الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر– الوادي

كلية العلوم الطبيعية

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع

الملوحة مشكلة عالمية تهدد الأمن الغذائي في المناطق الجافة

من إعداد الطالبات:

حروشي آسيا ـ دحمري مروة ـ عطاالله خولة ـ ملازم سلمه

نوقشت بتاريخ من طرف اللجنة المناقشة المكونة من:

أ. بوصبيع ابراهيم عايدة	رئيسا	أستاذ مساعد "أ"	جامعة الوادي
د. غمام عمارة الجيلاني	ممتحنا	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي
د. خزاني بشير	مؤطرا	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2022/2021

بسم الله الرحمن الرحيم
١٤٣٨

شكر وعرفان

عن أبي هريرة – رضي الله عنه – قال – صلى الله عليه وسلم:–

((مَن لا يَشكُر الناس، لا يَشكُر الله))

وفاء وتقديرا واعترافا منا بالجميل نتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهدا في مساعدتنا في بحثنا هذا، ونخص بالذكر الأستاذ الدكتور الفاضل: خزاني بشير على توجيهه و نصحه لنا و أيضا نشكر صاحبة الفضل في توجيهنا و مساعدتنا في تجميع المادة البحثية الأستاذة يمينة بن بسيس فجزاهما الله كل خير.

ولا يخفى علينا أن نشكر جميع اساتذة قسم البيولوجيا بجامعة حمه لخضر على ما قدموه لنا طيلة فترة دراستنا

كما نشكر الأساتذة الذين سيكون لنا الشرف أن يقرأو عملنا المتواضع.

إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكراتنا هذه أهدي هذا العمل المتواضع الى الوالدين الكريمين حفظهما الله تعالى ولكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من اخوة واخوات والى رفيقات دربي اللاتي قاسمني لحظاته: سلمه وخولة والى كل من عرفته فأحببته وعرفني فأحبني

-حروشي آسيا-

إهداء

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية أهدي هذي المذكرة إلى من قال الله تعالى فيهما{ وَقُلْ رَبِّي ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا }إلى أمي الغالية التي كان لدعاءها أعظم الأثر شفاها الله واطال في عمرها إلى أبي العظيم الذي علمني الخلق الكريم حفظه الله ورعاه إلى إخوتي وأخواتي سندي في حياتي إلى كل من ساهم في تلقيني ولو بحرف في حياتي الدراسية أساتذتي الأفاضل إلى كل هؤلاء أهديهم هذا العمل المتواضع سائلة الله ان ينفعنا به.

-دحمري مروة-

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع

إلى الينبوع الذي لا يمل من العطاء، إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها، والدتي العزيزة.

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء، إلى الذي لم يبخل عليا بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح، إلى الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة و صبر، والدي العزيز.

إلى سندي في الحياة، أخواتي الغاليات.

إلى براءة بيتنا، أخي الغالي.

إلى رفيقات دربي، صديقاتي العزيزات

-عطاالله خولة-

إهداء

بسم الله والحمد والشكر لله رب العالمين الذي بنعمته تتم الصالحات، أهدي ثمرة جهدي إلى كل من كان عونا وسندا لي و إلى كل من شجعني لإتمام هذه المرحلة

-ملازم سلمه-

الملخص

تعتبر الملوحة أحد أبرز المشاكل التي تعاني منها الأراضي في المناطق الجافة، فهي تشكل تهديدا فعليا للأمن الغذائي.

من خلال المرجعية إلى هذه الإشكالية وحلولها توصلنا إلى ما يلي:

- ✓ المناطق الجافة هي الأكثر عرضة للملوحة، فالمحاصيل الزراعية في هذه المناطق إضافة إلى معاناتها من إجهاد الجفاف تعاني من الإجهاد الملحي مما يؤثر على إنتاجيتها و بالتالي تعيق تحقيق الأمن الغذائي.
- ✓ الإجهاد الملحي يغير من المؤشرات المظهرية والوظيفية للنبات.
- ✓ الطرق الحديثة لاستصلاح الأراضي تتمثل في التحضير المائي، التحضير الملحي التحضير الهرموني وغيرها وهي طرق فعالة لحل مشكلة الملوحة.
- ✓ من بين الحلول أيضا للتقليل من خطورة الملوحة على الأمن الغذائي الزراعة الملحية التي تعتمد على استغلال مياه وترب مالحة لزراعة محاصيل متحملة للملوحة.

الكلمات المفتاحية: الأمن الغذائي، المناطق الجافة، الملوحة، الإجهاد الملحي، استصلاح الأراضي، الزراعة الملحية.

Abstract

Salinity is considered one of the most important problems that afflict lands in dry areas, as it constitutes a real threat to food security there.

To clarify this problem more, we conducted a theoretical study of it and presented some solutions in it, as we reached the following:

- ✓ Dry areas are the most vulnerable to salinity, agricultural crops in these areas, in addition to suffering from drought stress, suffer from salt stress, which affects their productivity and thus food security is affected.
- ✓ Salt stress changes the phenotypic and functional indicators of the plant.
- ✓ Modern methods of land reclamation are water preparation, saline preparation, hormonal preparation and others, which are effective methods for solving the problem of salinity.
- ✓ Also among the solutions to reduce the danger of salinity to food security is saline agriculture, which depends on the use of saline water and soils to grow salt-tolerant crops.

Key words: food security, dry areas, salinity, salinity stress, land reclamation, saline agriculture.

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	توزيع الأمطار حسب المناطق الجافة	14
2-1	شدة التبخر في المناطق الجافة	15
1-2	التوزيع الجهوي للأراضي المالحة (بالمليون هكتار)	28
2-2	تصنيف التربة المتأثرة بالملوحة حسب خصائصها	29
1-3	الأنواع الرئيسية لتقنية تحضير البذور	46-45
2-3	المحتويات من المغذيات الكبرى في الكينوا ومحاصيل أخرى لكل 100غ من الوزن الجاف	55
3-3	محتوى الكينوا وبعض المحاصيل الأخرى من المعادن (ملغ/ 100غ) من الوزن الجاف	57

قائمة الوثائق

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	صورة تدهور حالة الغذاء في العالم	05
2-1	صورة أرض جافة	09
3-1	خريطة توزع المناطق الجافة في العالم	10
1-2	خريطة التوزيع العالمي لمساحة الأرض المتأثرة بالملوحة	28
2-2	تأثير ملوحة التربة على النباتات	31
3-2	استجابة بعض النباتات الاقتصادية إلى مستويات مختلفة من الملوحة	36
4-2	استجابة النبات لإجهاد الملوحة	37
5-2	مخطط الأنواع المختلفة المحتملة لمقاومة أملاح الصوديوم	40
1-3	الزراعة قبل تملح التربة	42
2-3	الزراعة بعد تملح التربة	42
3-3	صورة لنبات الكينوا	52
4-3	الألياف في مختلف أنواع الحبوب	56

قائمة الملاحق

الرقم	العنوان
1	توزيع المساحة حسب القارة للتربة المتأثرة بالملوحة
2	مناطق الجفاف في العالم
3	البلدان التي لديها أكثر من ٩٠ في المائة من الأراضي الجافة

قائمة الاختصارات

الإختصار	الدلالة
%	النسبة المئوية
AI	مؤشر الجفاف
CaCO3	كربونات الكالسيوم
P	Precipitation
ET	Evapotranspiration
pH	Potentiel hydrogène
ESP	النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني
EC	Electrical conductivity
SARe	sodium adsorption ratio measured in saturated extract
DNA	Deoxyribonucleic acid
ARN	Ribonucleic acid
KNO3	نترات البوتسيوم
KH2PO4	فوسفات أحادي البوتاسيوم
+K	شوارد البوتاسيوم
+Ca	شوارد الكالسيوم
ABA	Abscisic acid
IAA	Indole Acetic Acid
POX	Poxviridae
CAT	Catalase
MDA	malondialdehyde
H2O2	ماء أكسجيني
N2	غاز النتروجين
AMF	Arbuscular mycorrhiza
PGPR	Plant growth-promoting rhizobacteria
PGPB	Plant growth promoting bacteria
FAO	Food and Agriculture Organization

قائمة المحتويات

العنوان		الصفحة
شكر وعرفان		
الإهداء		
الملخص		I
قائمة الجداول		II
قائمة الوثائق		III
قائمة الملاحق		IV
قائمة الإختصارات		V
قائمة المحتويات		VI
المقدمة العامة		01
الفصل الأول: الأمن الغذائي وخصائص المناطق الجافة		
أولا	واقع الأمن الغذائي العالمي	03
1	مفهوم الأمن الغذائي	03
2	حالة الغذاء على المستوى العالمي	04
3	دور القطاع الزراعي في تحقيق الأمن الغذائي العالمي	05
ثانيا	المناطق الجافة	06
1	مفهوم الجفاف	06
2	أنواع الجفاف	07
3	مفهوم المناطق الجافة	08
4	تصنيف الأراضي الجافة	09
5	توزيع الأراضي الجافة	10
6	خصائص الأراضي الجافة	11
7	مصادر المياه في الأراضي الجافة	16
8	الحياة النباتية في الأراضي الجافة	17
9	مشكلة الأملاح في الأراضي الجافة	18

قائمة المحتويات

10	الإنتاج الزراعي في الأراضي الجافة	20
11	مستقبل الأراضي الجافة	21
الفصل الثاني: الملوحة والإجهاد الملحي		
أولا	الملوحة	23
1	تعريف الملوحة	23
2	الأراضي الملحية	23
3	أنواع الأملاح في التربة	25
4	مصادر الأملاح في التربة	25
5	كيفية تجمع الأملاح في التربة	26
6	اتساع ظاهرة ملوحة الأراضي	27
7	تصنيف الأراضي المالحة	28
ثانيا	الإجهاد الملحي	30
1	تأثير الإجهاد الملحي على المؤشرات المظهرية للنبات	31
2	تأثير الإجهاد الملحي على المؤشرات الوظيفية للنبات	33
3	تصنيف النباتات حسب مقاومتها للملوحة	35
4	آليات استجابة النباتات للملوحة	36
الفصل الثالث: سبل معالجة الملوحة لتحقيق الأمن الغذائي في المناطق الجافة		
أولا	استصلاح الأراضي الملحية	41
1	مفهوم استصلاح الأراضي	41
2	مشاكل الأراضي الملحية	41
3	أهمية استصلاح الأراضي الملحية في الأراضي الجافة وشبه الجافة وعلاقتها بالزراعة	42
4	الطرق التقليدية لاستصلاح الأراضي المالحة	43
5	الطرق الحديثة لاستصلاح الأراضي المالحة	44

قائمة المحتويات

ثانيا	الزراعة الملحية	49
1	تعريف الزراعة الملحية	49
2	شروط نجاح الزراعة الملحية	49
3	أسباب اللجوء للاستثمار في إنتاج الغذاء تحت ظروف الملوحة	50
4	تعريف النباتات الملحية	51
5	الكينوا كبديل غذائي لتحقيق الأمن الغذائي	52
6	المساهمة المحتملة لنبات الكينوا في الأمن الغذائي العالمي	57
	الخلاصة العامة	59
	قائمة المراجع	
	الملاحق	

المقدمة العامة

برزت معضلة الأمن الغذائي على الصعيد العالمي في بداية سبعينات القرن الماضي عندما تنبه العالم إلى مخاطر تزايد الفجوة بين معدلات الطلب على الغذاء ومعدلات إنتاجه (سعداوي والطنطاوي، 2020) وتشير التقديرات الراهنة أن عدد الأشخاص الذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي الشديد يكتسي منحنى تصاعديا، ففي عام 2019 كان 750 مليون نسمة. أي شخص واحد من أصل 10 في العالم عرضة لمستويات خطيرة من انعدام الأمن الغذائي (FAO, 2022).

تعتبر الملوحة واحدة من المشكلات التي تشكل خطرا حقيقيا على الأمن الغذائي للكرة الأرضية (الجزيرة نت، 2006) خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم وتأتي تلك الخطورة من أنها مصاحبة لأثمن الأراضي الزراعية في تلك المناطق فهي المصدر الرئيس للمنتجات الزراعية (عطية ورشيد عبد اللطيف، 2013) حيث يعتبر تملح التربة كما تحولها للقلوية في جميع أرجاء العالم من أكثر المخاطر المهددة لنوعية التربة كمورد طبيعي وعاملا محددا لإتاحتها. ووفقا لمصادر منظمة الأغذية الزراعية العالمية FAO فإن أكثر من 800 مليون هكتار هي أراضي متأثرة بالملوحة (تشكل 6% من إجمالي مساحة الأرض في العالم) كما تشير البيانات إلى تملح ما يقارب 20% من 230 مليون هكتار من الأراضي الزراعية المروية بدرجات معينة. (GLOSOLAN,2021)

وضمن هذا الإطار تناول موضوع بحثنا مشكلة الملوحة وما تشكله من تهديد للأمن الغذائي في المناطق الجافة، حيث نهدف من خلاله إلى ما يلي:

- ✓ تسليط الضوء على ملوحة التربة كعائق كبير يهدد الأمن الغذائي في المناطق الجافة.
- ✓ اقتراح حلول من أجل التخفيف من مخاطر الملوحة على الزراعة ومن ثم تحقيق الأمن الغذائي.

وعلى ضوء هذا نطرح التساؤلات التالية: ماهي الملوحة؟ وفيما تكمن مخاطرها على النبات وعلى الأمن الغذائي في المناطق الجافة خاصة؟ وماهي سبل معالجتها أو التخفيف من مخاطرها؟

من أجل الإجابة عن التساؤلات المطروحة قسمنا بحثنا إلى ثلاثة فصول تضمنت ما يلي:

- **الفصل الأول:** تناول هذا الفصل لمحة عن واقع الأمن الغذائي في العالم وخصائص المناطق الجافة.
- **الفصل الثاني:** تضمن هذا الفصل شرح لمشكلة الملوحة وتأثير الإجهاد الملحي على النبات.
- **الفصل الثالث:** في هذا الفصل اقترحنا استصلاح الأراضي المالحة والزراعة الملحية كحلول للتقليص من مخاطر الملوحة على الأمن الغذائي واتخذنا نبات الكينوا كمثال عن النباتات المتحملة للملوحة ومن الممكن اتخاذها كبديل غذائي لتحقيق الأمن الغذائي.

الفصل الأول

الأمن الغذائي وخصائص المناطق الجافة

تمهيد

تأتي مشكلة توفير الغذاء في مقدمة المشاكل التي تواجه العالم في الوقت الحاضر، بأن أصبحت مصدر قلق وخوف لمختلف الأوساط السياسية والاقتصادية، وذلك منذ الأزمة العالمية للغذاء في أوائل سبعينيات القرن الماضي، والتي أدت إلى موت الملايين من الناس في قارات آسيا، إفريقيا وأمريكا اللاتينية جراء انخفاض إنتاج الحبوب في العالم وارتفاع أسعارها في السوق العالمي (بوغدة، 2015).

نظرا لمحدودية المساحة المخصصة للإنتاج الزراعي في العالم أصبحت المناطق الجافة والتي تمثل ثلث مساحة اليابسة محط اهتمام العلماء والهيئات العلمية العالمية لمواجهة مشكل الأمن الغذائي العالمي وبهذا الصدد توجهنا في هذا الفصل إلى تحديد الإطار المفهوماتي أولا للأمن الغذائي وتشخيص الأزمة الغذائية العالمية في ظل ارتفاع عدد سكان ومحدودية الموارد الطبيعية وإنتاج الغذاء وثانيا إلى الأراضي الجافة وتوزعها الجغرافي اليوم وأهم خصائصها وكذا مستقبلها.

أولا: واقع الأمن الغذائي العالمي

1. مفهوم الأمن الغذائي

إن الأمن الغذائي هو مفهوم متطور وتزيد أهميته عبر الزمن، حيث يوجد حوالي 200 تعريف وحوالي 400 مؤشر للأمن الغذائي ويعود سبب ذلك إلى طبيعة المفهوم التي تجمع بين مجالات عدة ويعتبر مصطلح الأمن الغذائي مصطلحا حديثا شاع استخدامه عام 1972 م عند استفحال أزمة الغذاء العالمية وبروزها على الساحة الدولية بشكل لم يسبق له مثيل (بوغدة، 2015) ومن ثمة تعددت تعاريف الأمن الغذائي ولكنها تدور دائما حول قدرة المجتمع على تلبية احتياجات جميع سكانه من الغذاء الكافي والصحي خلال أي فترة من الزمن، بينما يعني مفهوم الأمن الغذائي وجهة نظر المهتمين بالعلوم الإستراتيجية بأنه توفير مخزون استراتيجي يغطي الاحتياجات من السلع الأساسية لفترة زمنية معينة (عزة، 2009) حسب البنك الدولي: يعرف الأمن الغذائي على أنه إمكانية حصول كل الناس، في كل وقت على غذاء كاف لحياة

نشطة وسليمة، ويتحقق الأمن الغذائي لقطر ما عندما يصبح هذا القطر بنظمه التسويقية والتجارية قادرا على إمداد كل المواطنين بالغذاء الكافي في كل الأوقات وحتى في أوقات الأزمات وأوقات تردي الإنتاج المحلي وظروف السوق الدولية حسب المنظمة العربية للتنمية الزراعية : الأمن الغذائي هو توفير الغذاء بالكميات (عزة، 2009) والنوعيات اللازمة للنشاط والصحة بصورة مستمرة، ولكل فرد من المجموعات السكانية، اعتمادا على الإنتاج المحلي أولا وعلى أساس الميزة النسبية لإنتاج السلع الغذائية لكل قطر وإتاحته لكافة أفراد السكان بالأسعار التي تتناسب مع مداخيلهم وإمكاناتهم المالية (كينة، 2013)

"يقصد بالأمن الغذائي حصول ووصول كل شخص بسهولة وبصفة منتظمة إلى غذاء سليم وكاف يسمح له بالتمتع بحياة نشيطة"(الجريدة الرسمية الجزائرية، 2008)

المفهوم المتفق عليه عالميا للأمن الغذائي يدور حول المفهوم الذي استقرت عليه منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) وهو كالتالي: "يتحقق الأمن الغذائي عندما يكون كل الأفراد في كل الأوقات لهم القدرة على الحصول على قدر كاف وآمن وذي قيمة غذائية من الطعام لتلبية احتياجاتهم وفق ما يفضلون، من أجل حياة تتسم بالصحة والنشاط" (الهندي، 2008).

2. حالة الغذاء على المستوى العالمي

لقد مر العالم بأزمة غذائية عالمية حادة في منتصف السبعينات من القرن الماضي نتيجة لظروف مناخية غير مواتية للإنتاج الزراعي، أدى ذلك إلى انخفاض إنتاج الحبوب في العالم بنسبة 30 % تقريبا، وتلازمت تلك الأزمة مع زيادة الطلب على استيراد المحاصيل للحبوب وارتفاع أسعار البترول، الذي كان إحدى الأسباب الهامة لأزمة الغذاء العالمية، لما أدت إليه أزمة الطاقة من ارتفاع تكلفة الوقود اللازمة لتشغيل الآلات الزراعية ونقص المواد الخام اللازمة لصناعة الأسمدة؛ مما عمل على ارتفاع أسعارها فضلا عن تكلفة النقل الناتج عن ارتفاع أسعار الوقود، وأدت هذه العوامل إلى تدني الإنتاج الزراعي عام 1973، ومن ثمة تفاقمت أزمة الغذاء العالمية (محمد، 2006) وهذا ما أدى إلى انتشار الجوع حيث يعاني 925 مليون شخص من الجوع فهم غير قادرين على الحصول على كميات كافية من المغذيات التي يحتاجونها،

كما يعاني ما يقارب مليار شخص من المجاعة الخفية، حيث يفتقر نظامهم الغذائي إلى الفيتامينات والمعادن التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة (GOS, 2011) كما تشير تقديرات منظمة الأغذية والزراعة إلى أن 746 مليون شخص على الصعيد العالمي أي 12% من إجمالي السكان في العالم كانوا عاجزين عن تلبية احتياجاتهم من الطاقة الغذائية في الفترة (2011–2013)، أي أقل من العدد المسجل في الفترة (2010–2012) والذي بلغ 828 مليون شخص حسب تقرير FAO سنة 2013(FAO, 2013) وفي عام 2016 ارتفع عدد الذين يعانون من قصور التغذية في العالم إلى ما يقدر بنحو815 مليون شخص، مقارنة ب 777 مليون شخص في عام 2015، كما تدهورت حالة الأمن الغذائي بشكل واضح في أنحاء من أفريقيا، جنوب الصحراء الكبرى، جنوب شرق وغرب آسيا هذه الزيادة الأخيرة تثير قلقا بالغا وتشكل تحديا كبيرا أمام الالتزامات الدولية بإنهاء الجوع بحلول عام 2030 (FAO, 2017)

الوثيقة :(1–1) صورة تدهور حالة الغذاء في العالم (عن الإنترنت)

3. دور القطاع الزراعي في تحقيق الأمن الغذائي العالمي

من المتوقع أن يؤدي ارتفاع عدد السكان بحلول عام 2050 إلى زيادة بنسبة 70 % في الطلب العالمي على الإنتاج الزراعي، بحيث تمثل الزراعة مصدرا أساسيا من مصادر الأمن الغذائي في معظم دول العالم (زبيري، 2014)، ولتحسين التغذية وتقليص انعدام الأمن الغذائي

ونقص التغذية يجب أن يزيد الإنتاج الزراعي في المستقبل بمعدل أسرع من نمو السكان، ويأتي ذلك عن طريق زيادة الإنتاج في المقام الأول من الاستخدام المكثف للأراضي المزروعة حاليا، وسيظل التوسع ممكنا في كل من بلدان إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وأمريكا اللاتينية وهي المناطق الجافة من العالم غير المستغلة زراعيا (FAO, 2011) تشكل الزراعة الدعامة الأساسية لسبل عيش معظم السكان الذين يعيشون في حالة هشاشة، وهذا يلقي الضوء على أهمية إسناد أولوية أكبر للتنمية الزراعية ودعمها، لبناء سبل كسب عيش قادرة على الصمود وتحسن الأمن الغذائي والتغذية (FAO, 2017)، حيث يعلق الممثل الخاص الأمين العام للأمم المتحدة لشؤون الأمن الغذائي والتغذية عن أهمية الزراعة والدور الحيوي الذي تطلع به في عالم اليوم، حيث أنها تعنى بإنتاج المحاصيل والماشية، الأسماك ومنتجات الألبان، وتجهيز هذه المنتجات وتوزيعها. كما أن الزراعة تحدد معدلات الفقر وإمكانات حدوث الرخاء، وهي تعين السكان في المناطق الريفية على توليد مداخيلهم، كما أنها تمكن المزارعين وبخاصة أصحاب الحيازات الصغيرة من أن يصبحوا عناصر إيجابية في تحقيق التغيير (شلبي، 2012)، ومن هنا يمكن القول أنه لا يمكن تحقيق أمن غذائي مستدام دون الاعتماد على تنمية زراعية مستدامة، فالزراعة المستدامة هي الزراعة التي بإمكانها تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية من الغذاء، وتوفير فرص عمل مستدامة ولائقة (زبيري، 2014).

ثانيا: المناطق الجافة

1.مفهوم الجفاف

تعرف اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر الجفاف على أنه ظاهرة طبيعية توجد عندما يصبح معدل الأمطار أقل من المستويات العادية المسجلة، مما يسبب حالات عدم توازن هيدرولوجية خطيرة تؤثر سلبا على نظم إنتاج موارد الأراضي (UNEP ,2010)، وقد يشير مصطلح "الجفاف" إلى جفاف الأرصاد الجوية (معدل الأمطار الذي تقل كثيرا عن المتوسط) والجفاف الهيدرولوجي (انخفاض تدفقات الأنهار ومستويات المياه في البحيرات والمياه الجوفية والأنهار)، والجفاف الزراعي (انخفاض رطوبة التربة)، والجفاف البيئي (مزيج مما سبق ذكره). (IPCC, 2007)

و يتوقع أن يزيد تغير المناخ من حدة الجفاف، وبالفعل وفقا لتقرير التقييم الثالث للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ فإن نسبة سطح الأرض التي تعاني من شدة الجفاف يُتوقع أن تزيد بعامل يبلغ بين 10 و 30 بحلول عام 2090 على المستوى العالمي بالإضافة إلى ذلك من المرجح أن يزداد عدد حوادث شدة الجفاف في كل 100 سنة والفترة المتوسطة للجفاف بعاملين أو ستة عوامل على التوالي خلال حقبة 2090.(UNEP,2010)

وأختير خط المطر المتساوي 250 ملم حدا فاصلا بين المناطق الشبه الجافة والرطبة، وخط المطر المتساوي 125 ملم حدا فاصلا بين المناطق الجافة والرطبة، إلا أن هذا التقسيم أهمل الفروق الحاصلة في درجات الحرارة في المناطق التي تسقط فيها الأمطار وفصلية سقوطها. (التركماني، 2009)

2.أنواع الجفاف

1.2. الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية

يعرف الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية من منطلق درجة الجفاف مقارنة بمتوسط منطقة ما ومدة فترة الجفاف، هذا النوع من الجفاف هو تعريف خاص بالمناطق، إذ أنه يتعين مقارنة مستويات الهطول ومدة الجفاف مع المعايير الإقليمية، وحتى ضمن الأقاليم نجد أن الاختلافات الكبيرة في ظروف الطقس تؤدي إلى حالات نقص في الهطول، ويوجد نطاق واسع من المقاييس الزمنية التي يمكن أن يحدث فيها الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية، ومع أن المحاصيل يمكن أن تتعرض للتلف جراء عدم توافر الهطول طيلة بضع أسابيع في مراحل حرجة من النمو فإن تلك الفترات القصيرة تعتبر عادة نوع من الجفاف.

فالجفاف المتعلق بالأحوال الجوية يقاس بالمواسم والسنوات أو العقود الزمنية من نقص الهطول، كما أن لمدة الجفاف أثر كبيراً على رطوبة التربة، تدفق الوديان، إمدادات المياه في الوديان، مناسيب المياه الجوفية الضحلة، البحيرات الصغيرة ومستودعات المياه، وبالتالي فقد يكون لجفاف قصير المدة ولكن شديد التأثيرات أبعد نطاقاً من جفاف طويل الأمد لكنه أقل شدة (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2005).

2.2. الجفاف الزراعي

يربط الجفاف الزراعي بين مختلف خصائص الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية والتأثيرات الزراعية وهو يحدث عند وجود رطوبة غير كافية في التربة لتلبية احتياجات محصول ما في وقت ما، إن الجفاف الزراعي معقد من حيث تأثيراته حيث تعتمد على حجم الجفاف ومدته وتوقيته، فضلاً عن استجابات ترب المنطقة والنباتات والحيوانات للإجهاد المائي، فرطوبة التربة السطحية غير الكافية الناجمة عن الجفاف عند الزرع يمكن أن تعيق الإنبات، الأمر الذي يؤدي إلى تدني مقادير النباتات بكل هكتار وخفض المحصول النهائي، ويمكن لجفاف يحدث في المرحلة اللاحقة لنمو المحاصيل أن يدمر أو يستنزف محاصيل الغلال.

ومن جهة أخرى فإن الأثر الفعلي للجفاف على الغلال الزراعية يعتمد على الخصائص البيولوجية للغلال ومرحلة النمو والصفات الفيزيائية والبيولوجية للتربة. (اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2005)

3.2. الجفاف الهيدرولوجي

يحدث عندما تكون مستويات المياه أقل من المتوسط في البحيرات، الخزانات، الأنهار، الجداول والمياه الجوفية على الأنشطة غير الزراعية مثل السياحة، الترفيه، استهلاك المياه في المناطق الحضرية وإنتاج الطاقة والحفاظ على النظام البيئي. (GAR,2011)

3. مفهوم المناطق الجافة

يعرف برنامج الأمم المتحدة للبيئة الأراضي الجافة وفق مؤشر الجفاف، أي النسبة بين المعدل السنوي للهطول والتبخر–النتح المحتمل، والأراضي الجافة هي الأراضي التي ينخفض فيها مؤشر الجفاف عن 0.65، وتقسّم بحسب مؤشر الجفاف إلى أراض قاحلة جداً، أراضٍ قاحلة، أراض شبه قاحلة وأراض جافة شبه رطبة. ونجد الأراضي الجافة في جلّ المناطق الأحيائية والمناطق المناخية في العالم. (FAO, 2019)

تغطي حوالي 4 % من سطح الأرض أي أكثر من 6 مليارات هكتار، موزعة بين جميع القارات وهي موطن لما يقدّر بنحو 2 مليار شخص حوالي 90 في المائة منهم في البلدان النامية. هذه النظم البيئية عُرضة لنقص المياه والجفاف والتصحر وتغير استخدام الأراضي وتدهورها وعُرضة لآثار تغير المناخ مع تداعيات خطيرة على الأمن الغذائي وسُبل العيش ورفاهية سكانها. (FAO, 2019)

الوثيقة (1-2): صورة أرض جافة (عن الانترنت).

4. تصنيف الأراضي الجافة

تصنف الأراضي الجافة عادة إلى أربعة أنواع بترتيب متزايد للجفاف: شبه رطبة، شبه قاحلة، قاحلة وشديدة الجفاف (الوثيقة 01) يعتمد هذا التصنيف على مؤشر الجفاف (AI)، والذي يتم حسابه بقسمة متوسط الهطول على التبخر المحتمل.

1.4. المناطق الجافة شبه الرطبة: (أقل الأراضي الجافة قاحلة) لديها مؤشر جفاف قدره 0.65 أو أقل، مما يعني ذلك التبخر المحتمل أكبر بقليل مرة ونصف من المتوسط الفعلي للتساقط، تغلبُ عليها السافانا عريضة الأوراق والأعشاب المعمّرة.

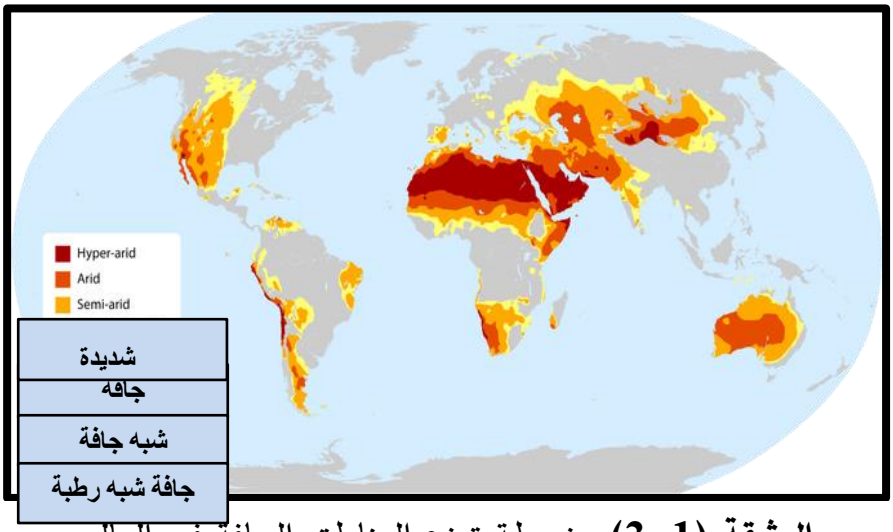
2.4. المناطق شبه القاحلة: تبدأ عند مؤشر جفاف AI = 0.5 أي عندما يكون التبخر المحتمل ضعف متوسط هطول الأمطار، ويغلب عليها السافانا الشائكة ذات التنوع الكبير من أنواع العشب. لدى هذه المناطق أعلى كثافة سكانية بشرية من بين الأراضي الجافة ونتيجة لذلك تواجه تحديات تدهور خاصة.

3.4. الأراضي على أنها قاحلة: حين يكون التبخر المحتمل أكبر بخمس مرات من متوسط الترسيب الفعلي (AI = 0.2) يتم تصنيف، وتشمل هذه المناطق المراعي السنوية التي تتشكل أساسا من رعي قطعان الأنواع ذات الحوافر

4.4. الأراضي القاحلة الشديدة: تحتوي على تبخر نتح محتمل أكبر بمقدار 20 مرة على الأقل من التبخر الفعلي لمتوسط هطول الأمطار فهي، تدعم الحد الأدنى من الغطاء النباتي وتشمل معظم صحاري العالم (IUCN, 2016)

5.توزيع الأراضي الجافة

تتركز معظم هذه الأراضي الجافة في نصف الكرة الأرضية الشمالي وخاصة في قارتي إفريقيا وآسيا اللتين تحتلان 37 % و34% على الترتيب من مساحة الأقاليم الجافة في العالم، ويليهما كل من قارة أستراليا 13% وأمريكا الشمالية 8 % وأمريكا الجنوبية 6 % إضافة إلى مساحة محدودة في أوروبا تقع في إسبانيا (الوثيقة: 3-1) (فرحان، 2017).



الوثيقة (1-3): خريطة توزع المناطق الجافة في العالم

6.خصائص الأراضي الجافة

1.6. التربة

إن تربة المناطق الجافة وشبه الجافة هي نتاج عوامل عديدة أهمها المناخ والمواد الأصلية والتضاريس(Topography)، والصخور السائدة هي الحجر الجيري(Limestone)، والحجر الرملي (Sandstone)، والصخور المتحورة(Metamorphic)، ويتكون الجبس على أعماق مختلفة في التربة، كما تتراكم فيها الأملاح بسبب عدم فعالية عملية الغسيل لذا يغلب في الأراضي الجافة وشبه الجافة وجود الأنواع التالية من الأتربة (بشور والصايغ، 2007).

1.1.6. التربة الكلسية Calcareous Soils

إن تربة المناطق الجافة وشبه الجافة هي نتاج عوامل عديدة أهمها المناخ والمواد الأصلية والتضاريس(Topography)، والصخور السائدة هي الحجر الجيري(Limestone)، والحجر الرملي (Sandstone)، والصخور المتحورة(Metamorphic)، ويتكون الجبس على أعماق مختلفة في التربة، كما تتراكم فيها الأملاح بسبب عدم فعالية عملية الغسيل لذا يغلب في الأراضي الجافة وشبه الجافة وجود الأنواع التالية من الأتربة (بشور والصايغ، 2007).

2.1.6. التربة الجبسية Gypsiferous soils

غالبية التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة بالشرق الأدنى تحوي نسب عالية من الكالسيوم (Ca) لأنها تشكلت من الحجر الجيري (Limestone) والحجر الرملي (Sandstone) ذوي الصلابة المختلفة، وتؤثر كمية كربونات الكالسيوم (CaCO3)(الإجمالي والجزء الفعال منها) وتوزيعها في عمق قاع التربة على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، وبالرغم من أن لهذه التربة إمكانية تنمية زراعية إما على المطر أو بالري تبقى إنتاجية هذه الأراضي محدودة بسبب ضعف الخصوبة والقدرة على الاحتفاظ بالماء والعمق المحدود للتربة ووجود طبقة صمّاء وممارسات الري الخاطئة (بشور و الصايغ، 2007).

3.1.6. التربة المتأثرة بالأملاح Salt affected soils

منذ العصور القديمة لوحظ وجود كميات زائدة للأملاح في بعض أنواع التربة ونمو النباتات فيها متعثر، ويكون الإنتاج منخفضا مما يجبر المزارعين عادة على هجر أراضيهم لتتصحّر وتبدأ الملوحة في الأراضي المنخفضة والسيئة الصرف بالمناطق الجافة وشبه الجافة، وبالنظر للعلاقة ما بين:

- معدل المطر (Precipitation, **P**)
- النتح من النبات (Evapotranspiration, ET)

يتبين أن نسبة معدل المطر إلى نتح الماء(**ET/P**) يكون ما بين (0.03−0.2) في المناطق الجافة، وما بين(0.2−0.5) في المناطق الشبه جافة (Balba, 1995)، وأن إدخال الري بدون توفير نظام صرف فعال بالمناطق الجديدة يؤدي إلى خلل في التوازن المائي، مما يسبب ارتفاع مستوى المياه الجوفية والى غدقة التربة وتملحها وتحويلها إلى تربة صودية (بشور وصايغ، 2007).

2.6. السمات المناخية للأراضي الجافة

هناك مجموعة من الخصائص المناخية التي تتميز بها الأقاليم القاحلة والأراضي الجافة وهي:

1.2.6. تنوع المناخات في الأراضي الجافة

عند وصف مناخ المنطقة الجافة نجد هناك ثلاثة أنواع رئيسية من المناخ (FAO,1992) :

أ. مناخ البحر الأبيض المتوسط

يكون فيه موسم الأمطار في الخريف والشتاء، الصيف حار وجاف درجات الحرارة في فصل الشتاء خفيفة، ويبدأ موسم الأمطار في أكتوبر وينتهي في أفريل أو ماي، يليه خمسة أشهر من موسم الجفاف.

ب. المناخ الاستوائي

يحدث هطول الأمطار في الصيف، فيه أقصر موسم للأمطار الشتاء طويل وجاف. سنار في السودان، هي منطقة مناخ استوائي نموذجية يمتد موسم الأمطار من منتصف يونيو وحتى نهاية سبتمبر يليه موسم جاف لما يقرب من تسعة أشهر.

ج. المناخ القاري

يتم توزيع الأمطار بالتساوي طوال العام، على الرغم من وجود اتجاه لمزيد من المطر في الصيف، "أليس سبرينجز" بأستراليا، يكون كل هطول شهري أقل من ضعف متوسط درجة الحرارة الشهرية المقابلة، كما يمتد موسم الجفاف طوال العام.

2.2.6. العوامل المناخية في الأراضي الجافة

أ. الخصائص الحرارية

- ارتفاع درجة الحرارة بحيث لا تقل معدلات الحرارة الشهرية عن18 درجة مئوية.
- ترتفع درجات الحرارة خلال شهور الصيف ارتفاعا حادا.
- يصل المدى الحراري السنوي في تلك المناطق إلى أعلى من 20 تتصف الصحاري البعيدة عن البحر باتساع المدى الحراري اليومي والذي يزيد عن 25 م.
- انخفاض نسبة الرطوبة في الجو. (القصاص، 1999)

ب. الهطول

تتميز المناطق الجافة والقاحلة بقلة وتفاوت الأمطار حسب الفئات التي وضعت لتحديد المناطق الجافة، وحتى في داخل المناطق القاحلة صنفت الأراضي والمناطق المختلفة كما هو موضح في الجدول (1-1).

الحدود	قاحلة	شديدة القحولة
الحدود العليا	300 . 400 مليمتر	50 . 100 مليمتر
الحدود الوسطى	200 . 300 مليمتر	20 . 50 مليمتر
الحدود الدنيا	100 . 200 مليمتر	0 . 20 مليمتر

الجدول(1-1): توزيع الأمطار حسب المناطق الجافة (الشواري، 2015)

وقد اتصفت الصحاري بقلة سقوط الأمطار على المدى السنوي، فالصحاري الحارة تراوحت كمية الأمطار في المحطات المختلفة بالقارات ما بين (8-135 مليمتر)، من هنا يمكن القول أن الصحاري الحارة تعتبر شديدة القحولة أو تكون قاحلة والصحاري المعتدلة تشبه إلى حد كبير الصحاري الحارة في كمية التساقط السنوي من الأمطار التي تتراوح في المحطات المناخية المختلفة ما بين (38-135 مليمتر) وهي في ذلك لا تقل في جفافها وقحولتها عن الصحاري الحارة. أما في الصحاري الساحلية فإنه يلاحظ انخفاض كمية التساقط لأبعد الحدود بحيث تتراوح ما بين (3-43) مليمتر فقط وهذا يضعها ضمن المناطق الشديدة القحولة في حدودها الوسطى ولدنيا قياسا على الفئات السابقة، وتشترك المناطق الجافة الساحلية مع المناطق الجافة القارية في: ندرة الأمطار، تذبذب سقوط الأمطار وتوزعه على فترات زمنية، قلة الكمية الساقطة في كل رخه من رخات المطر (الشواري، 2015).

3.2.6. . شدة التبخر

تعتبر الحرارة العامل الرئيس الكامن وراء حدوث عملية التبخر في الأراضي الجافة والتي تتصف بالارتفاع معظم أيام السنة في تلك المناطق كما يتزامن مع ذلك قلة التساقط ويمكن أن نتصور شدة التبخر في المناطق الجافة من خلال الجدول (2-1) التالي:

الموقع	التساقط	معدل التبخر
استراليا	9,5 بوصة	حوالي 2413 مليمتر (95 بوصة)
شمال إفريقيا	نحو 25 ملليمتر (1 بوصة فقط)	حوالي 55 بوصة
آسيا في شبه الجزيرة العربية (المدينة المنورة)	حوالي 48,4 ملليمتر	وصل 135,5 مليمتر (3–4 أمثال التساقط)
الاحساء	حوالي 181,3 ملليمتر	حوالي 3331 مليمتر

الجدول (1–2): شدة التبخر في المناطق الجافة (الشواري، 2015).

وتختلف القيمة في نطاق الصحاري المعتدلة عن المناطق الحارة، فعلى سبيل الذكر نجد أن التبخر في صحاري وسط أسيا يزيد عن كمية الأمطار المتساقطة بنحو 3 أمثال فقط.

أما في نطاق السافانا الجافة والاستبس الجاف فيلاحظ أن كمية كبيرة من الأمطار تتشربها التربة ويحصل عليها النبات ولا يتم فقدها بسهوله أو بدرجة سريعة مثلما الحال في المناطق القليلة في غطائها النباتي. كما أنه توجد مناطق ينمو فيها الاستبس في نطاق حوض البحر المتوسط الذي قد يصبح الأمطار التي تسقط ذات فعالية عالية حيث يكون فصل الشتاء هو التساقط فيقل به التبخر (الشواري، 2015).

4.2.6. نشاط العواصف الترابية

العواصف على اختلاف أنواعها (الترابية والرملية والغبارية) تعتبر من الخصائص المناخية المميزة للأراضي الجافة كما تمتاز بالانقطاع الطويل في سقوط المطر عندها تبدأ التربة في الجفاف، وتنشط الرياح في حمل الرواسب الناعمة وإثارة الغبار والأتربة فتتكون العواصف الترابية. تأخذ الرياح التي تحمل الأتربة العديد من المسميات في قارات العالم منها الخماسين في مصر، القبلي في طرابلس بليبيا، الهبوب في السودان، الساحل في المغرب، بامبيرو في الأرجنتين وكالينا في إسبانيا وغيرها، وتختلف عملية حدوث العواصف من حيث الفترة التي

تحدث فيها أو من حيث المكان الذي تحدث فيه.
وتسيطر العواصف الترابية على مناطق هبوبها محليا وإقليميا حيث تُغطى المنطقة بالأتربة والغبار بما يحول دون الرؤية بسبب حمولتها من الرواسب وقد يمتد تأثيرها إلى أسطح المحيطات أو البحار المجاورة مثلما يحدث في غربي الصحراء الكبرى وإقليم الساحل بالقارة الأفريقية حيث يمتد تأثير العواصف إلى المناطق الواقعة شرقي المحيط الأطلنطي. (الشواري، 2015)

7.مصادر المياه في الأراضي الجافة

الماء هو العامل الحاكم في ازدهار الحياة في المناطق الجافة. ونقصد بالعامل الحاكم أنه العامل البيئي المتاح عند أدنى حد وأن كل تغير فيه بالزيادة يؤدي إلى نشاط حيوي واضح. العوامل الأخرى كالحرارة وضوء الشمس والتربة وغيرها في أفضل درجاتها، وشح الماء هو الحاكم الذي يمنع نمو النبات، ومن ثم الحيوان الذي يعتمد عليه. (القصاص،1999)

مصادر المياه المتاحة في المناطق الجافة هي:

1.7. المياه الجوفية المختزنة في باطن الأرض

بعض هذه المياه متجددا أي أن له مصدرا يغديه، وبعضها حفري أي تجمع في عصور سابقة كانت فيها الأمطار وفيرة. والمياه الجوفية في أغلب الأحوال غير متاحة لنمو النبات إلا إذا سعى الإنسان إلى حفر الآبار وضخ المياه واستخدامها في الري. وتستثنى من هذا آبار المياه الارتوازية أي التي تقع تحت ضغط ارتوازي يدفع المياه الجوفية إلى سطح الأرض دون حاجة إلى رفع خاص. (القصاص،1999)

2.7. المياه السطحية

وهي في الغالب تأتي من مياه الأمطار التي يتعرض جزء منها للتبخر والجزء الأكبر منها أنهار مكونة المياه السطحية، وجزء منها يتخلل مسامات التربة مكونا المياه الجوفية، وتعتمد

المياه السطحية على عدة عوامل أهمها: تضاريس الأرض، الظروف المناخية، كمية الأمطار الباطنية بالمنطقة (كرار، 2015).

8. الحياة النباتية في الأراضي الجافة

هناك العديد من المشكلات المرتبطة بنمو وتكاثر النباتات في الأراضي الجافة إذ لابد لها أن تحيا في ظروف غير مستقرة لموارد المياه، وهي لا تتمتع بفرص كبيرة لتغيير بيئتها المحلية حتى تناسب متطلباتها الفسيولوجية كلما تزايدت درجة الجفاف، وكلما كان الغطاء النباتي مبعثرا فقد النبات حماية جيرانه وأصبح بهذا غير مترابط وقائم بمفرده.

الحرارة (في منطقة نمو الجذور) حيث تصل إلى أدنى درجة لها في فصل البرودة ليلا ـ حسب موقعها بالنسبة للدائرة العرضية وحسب ارتفاعها ـ فتصبح بذلك بالغة التأثير على حياة النبات. وتعتبر معدلات التبخر بعملية النتح مرتفعة، كما تزداد المحتويات المعدنية للتربة وتقل المحتويات العضوية بها، كما تنقص الرطوبة التي تمكن النبات من الحصول على المواد الغذائية، كذلك فإن نسيج التربة غالبا ما يكون أكثر نفاذية، وربما يتغير بسرعة في مسافات قصيرة تماما كما يحدث لرطوبة التربة التي تعتمد على اتساع المسام، وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض ترسبات الأراضي الجافة ترتفع بها كميات الأملاح (والطون، 1990).

وعلى الرغم من ذلك فإن الجزء الأكبر من الأراضي الصحراوية تغطيها النباتات المقاومة للجفاف من نوع "Xerophytes" والتي لها القدرة على تنظيم دورات حياتها لكي تتناسب مع ظروف الجفاف التي تختلف في طولها، ليست كل النباتات في الأراضي الجافة من النوع المقاوم للجفاف فالبعض يتمكن من البقاء لأنه قادر على تجنب ظروف الجفاف، والبعض الآخر يقوى على تجنب التركيزات الكبيرة للأملاح في بعض تربة الأراضي الجافة، وكلا النوعين من النباتات المقاوم منها للجفاف والمتحايل منها على الجفاف والملوحة مازال لهما عدو رئيسي ألا وهو حيوانات الرعي التي ترعى عليها والإنسان الذي يحرقها طلبا للوقود أو يزيلها من أجل الزراعة، غير أن الطبيعة حبت تلك النباتات بخصائص شوكية أو سامة كوسيلة تدافع بها عن نفسها (والطون، 1990).

9.مشكلة الأملاح في الأراضي الجافة

لا شك أن المياه المتسربة خلال صخور القشرة الأرضية تحمل معها بعض المعادن المذابة، وعندما تظهر هذه المياه على سطح الأرض في صورة ينابيع أو تضخ من الآبار فإنها غالباً ما تكون مشبعة بهذه المعادن، وهناك نسبة معينة من هذه الأملاح يمكن تحمل وجودها في المياه سواء أكان هذا بالنسبة للنباتات أو الحيوانات أو الإنسان (والطون، 1990)

1.9. الاستعمال البشري

المياه الحلوة كما توصف في الصحاري المصرية والليبية هي التي يحتاجها الإنسان وذلك على النقيض في المياه الغدقة أو الملحة التي تحتوي على نسبة كبيرة من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وأملاح أخرى ذائبة، ويمكن شرب المياه التي تصل فيها نسبة الأملاح الذائبة إلى 3 آلاف جزء في المليون من ملح الطعام بانتظام في ظل المناخ الجاف دون أية آثار مرضية، ولكن إذا زادت هذه النسبة إلى خمسة آلاف جزء في المليون فإنه لا يمكن احتمالها إلا لمدد قصيرة. أما إذا وجدت أملاح أخرى غير ملح الطعام فإن نسبة الأملاح الذائبة المسموح بوجودها ينبغي أن تكون عندئذ أقل بكثير. فتحتوي المياه في واحة جالو Jalo التي تقع في صحراء شمال ليبيا على (7.4) من الـpH ، وتعتبر درجة عسرها مرتفعة حيث تصل إلى130.2 (وهذا معناه أن درجة العسر هذه لا يمكن التخلص منها بعملية الغليان) وتصل نسبة الأملاح الذائبة إلى 3880 جزء من المليون، وهذه نسبة أعلى مما ينصح به طبيا وخاصة عندما توجد أملاح سلفات المغنسيوم وسلفات الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم.

ويمكن في المناطق ذات المياه الملحة، الحصول على مياه شرب جيدة تتراوح فيها نسبة الأملاح ما بين 200 و2000 جزء في المليون حيث لا تمتزج مياه الأمطار المتسربة بالمياه المالحة مباشرة، غير أن كمية هذه المياه تكون قليلة ويكون توزيعها غير منتظم حتى في مسافات قد لا تصل إلى 100 باردة.

وتعتبر المياه ذات النسب العالية من الأملاح الذائبة أي أعلى من النسب التي يتحملها الإنسان والحيوان، واسعة الانتشار في الأراضي الصحراوية الجافة. وتصل إلى أعلى مستوى لها من الملوحة في البحار الداخلية في قارة آسيا وفي المياه التي تحد الصحاري الساحلية بطبيعة الحال، وتعتبر عملية التخلص من أملاح المياه الأرضية ومياه البحار، من أعظم المشاكل التي ينبغي حلها اقتصاديا إذا كان رعي القطعان وزيادة السكان الناتجة عن ظاهرة التحضر أو العمران آخذة الزيادة (والطون، 1990).

2.9. بالنسبة للنباتات

أما مشكلة تحمل الملوحة بالنسبة للمحاصيل الزراعية فتعتبر غاية في التعقيد حيث أن العلاقة وثيقة بين ملوحة المياه الأرضية والتربة، وتعتبر السيطرة على منسوب الماء الأرضي أساس الزراعة على الري واستصلاح الأراضي الملحة، فالتصريف غير كفء هو المسؤول عن فقدان التربة لخصوبتها بزيادة الأملاح في الأراضي الجافة من الولايات المتحدة الأمريكية إلى الهند، وذلك باستثناء التربة ذات القوام الخشن، أي التي لا تحتفظ بالمياه الكافية لنمو النباتات، ولقد رأينا بعض النباتات في المناطق الجافة لها من التركيب ما يقاوم الآثار الضارة للملوحة التربة والمياه والأرض، غير أن المحاصيل الزراعية في المناطق الجافة تعتبر حساسة للملوحة، وأن المياه التي تستخدم في المناطق الصحراوية ينبغي أن تكون درجة ملوحتها منخفضة نسبيا بحيث لا تتعدى 700 جزء في المليون وهذه النسبة لا تقارن بما يمكن كل من الإنسان والحيوان والتي تكون أعلى من ذلك (والطون، 1990).

3.9. بالنسبة للحيوانات

بخصوص الحيوانات المستأنسة يمكن أن تكون كمية كلوريد الصوديوم الذائبة أغلى طالما لا تكون أملاح سلفات المغنسيوم موجودة فيمكن للخيول في الجنوب، أستراليا أن تعيش على مياه نسبة الأملاح الذائبة إلى 6260 جزء في المليون، وقد وجد أن أعلى نسبة يمكن لهذه الخيول أن تتحملها هي 8700 جزء من المليون وتعتبر الأغنام من الحيوانات من الحيوانات

التي تتحكم لأعلى نسبة للملوحة وهي 15600 جزء في المليون، أما الماشية فيمكن أن تعيش على مياه تصل نسبة الأملاح بها إلى 9400 جزء في المليون وتعتبر المياه ذات النسب العالية من الأملاح الذائبة أي أعلى من النسب التي يتحملها الإنسان والحيوان، واسعة الانتشار في الأراضي الصحراوية الجافة. وتصل إلى أعلى مستوى لها من الملوحة في البحار الداخلية في قارة آسيا وفي المياه التي تحد الصحاري الساحلية بطبيعة الحال، وتعتبر عملية التخلص من أملاح المياه الأرضية ومياه البحار من ثم، من أعظم المشاكل التي ينبغي حلها اقتصاديا إذا كان رعى القطعان وزيادة السكان الناتجة عن ظاهرة التحضر أو العمران آخذة الزيادة (والطون، 1990).

10.الإنتاج الزراعي في الأراضي الجافة

يستمر الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة في التدهور بسبب القيود الطبيعية، وأبرزها الجفاف وتملح التربة(Ben Amara et al, 2015) كما يعتمد استزراع الأراضي الجافة على المياه المتاحة فقط من هطول الأمطار، ومع ذلك فزراعة الأراضي الجافة تعتمد في كثير من الأحيان على تخزين التربة للماء في وقت بذر المحاصيل واستمرار سقوط الأمطار خلال موسم النمو، وبذلك فإن الزراعة في الأراضي الجافة محفوفة بالمخاطر، فالكميات المواتية من هطول الأمطار خلال فترة النمو يمكن أن تؤدي إلى عوائد جيدة، حتى عندما يكون المجموع السنوي أقل بكثير من المتوسط، وعلى النقيض من ذلك لا يوجد ضمان لإنتاج جيد في السنوات التي يكون هطول الأمطار فيها أكبر من المتوسط إذا كان يحدث في أوقات تكون متطلبات المحاصيل للمياه منخفضة (FAO, 2008) فالطرز الوراثية ذات النضج المبكر والنمو السريع تستفيد من الاستخدام الأفضل للمياه المتاحة وتكون أقل عرضة للضغوط البيئية من الأنواع الوراثية المتأخرة وبالفعل فإن الأصناف ذات معدل النمو المرتفع لديها القدرة على استخدام مصادر المغذيات بشكل أفضل في نهاية دورة حياتها، كذلك فإن عائد الحبوب يرتبط ارتباطا إيجابيا بعنوان التبكير وبالتالي يمكن استخدام التبكير كمعيار اختيار لتحسين الإنتاج

في المناطق الجافة، فالتبكير يضمن استخدامًا أكثر كفاءة للمياه من خلال إنتاج معظم الكتلة الحيوية، وهي واحدة من أهم السمات لتكييف النباتات مع الإجهاد المائي في هذه المناطق. (Ben Salem et al , 1997)

11.مستقبل الأراضي الجافة

لقد استخدمت الوسائل العلمية التكنولوجية منذ بداية ما قبل التاريخ في حل مشاكل البيئة في المناطق الجافة، وليس هناك ما يدعو إلى الشك في أن هذه العملية سيزداد التركيز عليها كلما ضاقت المنطقة الرطبة بسكانها، فلقد امتدت بالفعل عملية الري إلى مناطق شاسعة لم يمسها من قبل محراث الزراع، وهنا لا يبدو وجود صعوبات أمام جعل الصحراء مزدهرة وخاصة حيثما توجد التربة القديمة مغطاة بغلاف رقيق من الرمل أو الحصى وإذا كانت المياه سهلة المنال من الأنهار دائمة الجريان، أو كانت متوفرة في خزانات أرضية أو محتجزة أمام السدود العالية، أو إذا قلت تكاليف تقطير المياه المالحة عما هي عليه، عندئذ يبدو الإنتاج الزراعي أو حتى الغابي مؤكد الحدوث، ويبدو أن الزراعة التجارية و الري على نطاق كبير ممكنين على الأقل في الأراضي شبه الجافة التي كثيرا ما اقترح استغلالها على هذا النحو كحل ممكن لمشاكل الغذاء في العالم (شاهين، 1990)، وذلك عن طريق إعطاء أهمية للبحث عن محاصيل نباتية وحيوانية جديدة يمكن إدخالها في النظام الإنتاجي الزراعي بحيث تمثل مصدرا مهما للوفاء باحتياجات معينة للمجتمع أو تكون بديلة لمحاصيل أصبح الاستمرار في إنتاجها متعثرا كاختيار محاصيل متحملة للملوحة لحل مشكل تملح التربة ومحاصيل متحملة للجفاف لحل مشكل التصحر (محمد، 1998)، وقد أظهرت بحوث أجرتها المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي، أن الأنواع المهملة وغير المستخدمة بالكامل قادرة على المساهمة في زيادة الأمن الغذائي والدخل والقدرة على مواجهة تغير المناخ، الذي يمس خاصة المناطق الجافة من العالم، وهي تحديدا حبوب الأنديز مثل الكينوا والقطيفة والدخن مثل الدخن الإصبعي والدخن القمحي والنباتات الطبية والعطرية مثل الحرجل ونبات الكرب وزعتر الأوريغانو والنعناع (FAO, 2018) ويتنوع النشاط الاقتصادي في بعض المناطق في الأراضي الجافة في الوقت الحاضر، ويتضح ذلك جيدا في صحاري أمريكا الشمالية فقد تطورت الزراعة، الري، الصناعة و العمران، كما

نشطت السياحة ومرافق الاستجمام، كل ذلك جنبا إلى جنب وبصورة متضافرة مستخدمة في تحقيق هذه الأهداف أفضل الفرص المتاحة لاستغلال ما يمكن أن تقدمه الأراضي الجافة من إمكانيات وتتمثل مفاتيح التقدم في مستقبل الأراضي الجافة في البحث المتواصل في مصادر الطاقة الحديثة، ووسائل الري، وأساليب التخلص من ملوحة المياه. (شاهين، 1990)

الفصل الثاني

الملوحة والإجهاد الملحي

تمهيد

من أبرز أشكال تدهور الأراضي الجافة تطور التربة المتأثرة بالملح (مالحة، مالحة صودية، صودية) الناتجة عن التغيرات في المياه المحلية حيث تم تحديد 19.5 % من الأراضي المروية متأثرة بالملح، وفي الإجمالي العالمي لما يقرب من 1 500 مليون هكتار من الأراضي المزروعة في الأقاليم الجافة من العالم، 32 مليون هكتار المتضررة بالملح أي 2.5 %. (FAO, 2008)

أولا: الملوحة

1.تعريف الملوحة

عبارة عن التركيز الكلي للأملاح المعدنية الذائبة في مستخلص التربة المائي وتتواجد الأملاح الذائبة بشكل دائم في التربة، بعضها يمثل مواد غذائية للنبات، وبعضها إن تواجد بتركيزات مرتفعة يمثل مصدر ضرر بالنسبة للنبات (باقة، 2010).

2.الأراضي الملحية

توصف التربة بأنها ملحية إذا احتوت على تلك الأيونات بشكل ذائب تؤدي إلى رفع قيمة التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة المشبعة Ec Soil Exit Electrical conductivity of soil) (extractإلى أكثر من 4 ملي سيمنز/سم(mS/cm) (جروني، 2015).

كما أشار(Pearson and Bauder, 2003) أن التربة المتأثرة بالأملاح تتميز بمحتوى عالي من الصوديوم الذي يؤثر بشكل مباشر على ملوحة التربة من خلال ارتباطها مع الأيونات الأخرى كالكلور والكربونات والبيكربونات، إذ أن مثل هذه الترب تعمل على إعاقة إمتداد جذور النباتات، بسبب هذه البنية المعيقة لتغلغل الجذور مع رداءة التهوية التي تؤثر على تنفس الجذور وفعاليتها الحيوية، حيث تحتوي الأراضي الملحية على كميات زائدة من الأملاح الذائبة مثل كلوريد الصوديوم والمغنزيوم وكبريتاتها، وأن أيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيزيوم

والبوتاسيوم والكلوريدات والكبريتات والكربونات والبيكربونات والنترات هي المسؤولة عن الملوحة في محلول التربة، وقد يوجد عدد آخر من الأيونات بتراكيز عالية لكنها لا تساهم في الملوحة.

إن من الظواهر المرتبطة بالتبخر، والتي نواجهها في الأراضي التي تروى في الأقاليم الجافة، تركز الأملاح الذائبة عند سطح التربة أو قريبا منه. فقد تحتوي الأراضي الملحية في آفاقها العليا أملاحا بكميات كافية تمنع نمو كثير من النباتات المنزرعة، وعليه تعتبر ملوحة الأرض مشكلة حادة حيث تحد من إنتاجية الأراضي واقتصادياتها. تعتبر التربة المملحة مثالا نموذجا للترب الرديئة في مكوناتها وصفاتها، حيث يلاحظ التدهور بشكل واضح في المؤشرات التالية:

- الصفات الكيميائية.
- الصفات الفيزيوكيميائية.
- الصفات المائية.
- الصفات المورفولوجية.
- الصفات الميكروبيولوجية

وهذه تختلف جذريا عن نفس هذه المؤشرات في الترب العادية، وعليه تكون الترب الأولى غير ملائمة من الناحية الزراعية والإنتاجية لكثير من النباتات.

جزء كبير من الترب المتملحة يكون تملحها ثانويا، أي أن الأملاح تتراكم نتيجة عمليات أخرى ليست لها علاقة بعمليات تجوية الصخور وتكون التربة، بل في الغالب تكون لعمليات الري بالمياه الملوثة والمجاري وقد تكون بدائية وغير عقلانية (باقة، 2010).

تشكل الأراضي المتأثرة بالأملاح في العالم حوالي 23%من مساحة الأراضي المزروعة، وتنتشر الأراضي الملحية في حوالي 100 دولة في العالم وغالبا في المناطق الجافة aride وشبه الجافة semi arid تقع أغلب الأراضي العربية ضمن الأراضي الصحراوية أو الأراضي الجافة وشبه الجافة، وهذه الضروف الجافة وشبه الجافة ونتيجة تجمع المياه وسوء إدارة تلك الأراضي وتأثر التربة بالأملاح بالقدر الكافي، تؤدي إلى ضعف الإنتاج ونمو كثير من النباتات. (باقة، 2010)

3.أنواع الأملاح في التربة

هناك نوعان من الأملاح الشائعة في التربة اعتمادا على درجة ذوبانها في الماء وهي أملاح سريعة الذوبان في المياه وأكثرها شيوعا هي كلوريدات الصوديوم والكالسيوم والمغنزيوم وكبيريتات الصوديوم والمغنسيوم وكربونات الصوديوم وأملاح قليلة الذوبان في الماء وأكثرها شيوعا كبريتات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم والمغنسيوم. (هادي، 2016)

4.مصادر الأملاح في التربة

1.4.البحار والمحيطات

وقد ترسبت منها الأملاح قديما، وأدى تتابع حدوث التبخر وحركة الماء الأرضي إلى تحرك هذه
الأملاح نحو سطح التربة وتراكمها مما يؤدي إلى تكون الأراضي الملحية (باقة، 2010).

2.4.الأمطار

يختلط رذاذ المياه المالحة بالأمطار الساقطة على سطح تربة سواحل البحيرات والبحار والمحيطات، ويؤدي ذلك إلى تكوين أراضي يسود فيها ملح كلوريد الصوديوم، وغالبا ما تميل في الأراضي الساحلية نسبة الصوديوم المتبادل إلى الارتفاع (باقة، 2010).

3.4.حركة الماء

- حركة الماء المالح إلى السطح في المناطق الداخلية.
- حركة الماء المالح في جوف الأرض ليظهر في منخفضات مختلفة.
- تحرك مياه البحار نحو اليابسة وتغمرها في المناطق الساحلية والوديان، أو قد تنتقل مياه البحار على شكل رذاذ تحمله الرياح.
- انتقال الأملاح مع مياه الأنهار من داخل القارات إلى دلتا هذه الأنهار حيث تختلط مع الأملاح المنقولة من البحار والمحيطات. (باقة، 2010)

4.4.مادة الأصل

تعتبر مادة الأصل بما تحتويه من معادن وصخور والتي تتكون بفعل عوامل التجوية مصدرا هاما للأيونات الشائعة في التربة والتي تتكون منها معظم الأملاح. وعند ذوبان هذه الأملاح تتحرك في الأرض حسب حركة واتجاه المياه وحسب اختلاف طبقات الأرض. وتتركز هذه الأملاح على نطاق واسع أو ضيق حسب عوامل المناخ السائدة في المنطقة (باقة، 2010).

5.4.النشاط الإنساني

يؤدي الري بمياه رديئة النوعية، وكذلك استخدام الأسمدة الكيميائية المعدنية بكميات كبيرة إلى الإسراع في عملية تمليح الأرض، وحتى لو كان الري بمياه جيدة فإن الإسراف في كميات تلك المياه مع سوء الصرف يؤدي إلى نفس النتيجة من زيادة تجمع الأملاح وتدهور التربة (باقة، 2010).

5. كيفية تجمع الأملاح في التربة

هناك ظروف معينة تساعد على تجمع الأملاح منها (هادي، 2016):

أ. من الناحية الجيومورفولوجية

حيث تتجمع الأملاح في المواقع المنخفضة مثل وديان الأنهار والدلتا وشواطئ البحر والمحيطات.

ب. من الناحية الهيدرولوجية

تتجمع الأملاح في الأراضي الطينية وعندما يكون مستوى الماء الأرضي قريب من السطح.

ج. من الناحية المناخية

تتجمع الأملاح في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي ترتفع فيها درجات الحرارة خصوصا في

فصل الصيف ويزداد معها التبخر وكذلك قلة مياه الأمطار الساقطة والتي تغسل الأملاح بعيدا عن سطح التربة وهناك ثلاث عوامل رئيسة تتحكم في مدى تجمع الأملاح في هذه المناطق وهي:

1-كمية مياه الري المضافة في كل رية.

2-عمق وملوحة الماء الأرضي.

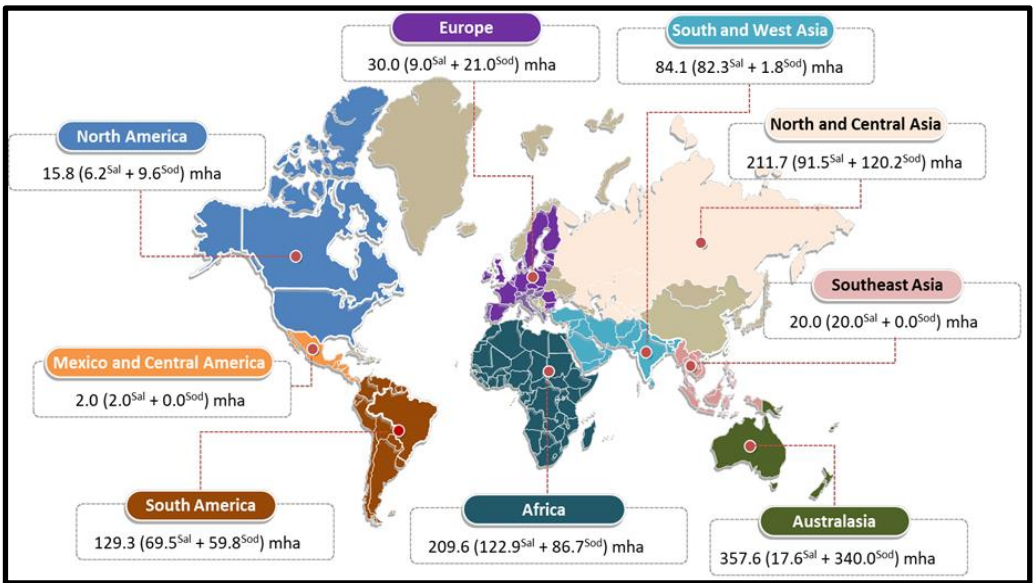
3-كمية الأمطار الساقطة.

6.اتساع ظاهرة ملوحة الأراضي

تتواجد الأراضي المالحة في أنحاء متفرقة من العالم (مثل الدول العربيّة وأمريكا الشماليّة والجنوبيّة وأوروبا وآسيا وإفريقيا) أي في كل القارات وعلى مختلف الارتفاعات (وثيقة01)، فهي ليست حكرا على المناطق الجافة أو القاحلة فعلى سبيل المثال تحتّل في الدول العربيّة حوالي 41% من الأراضي الصالحة للزراعة اعتبر (Kaya et al,2004) أن ثلث أراضي العالم ملحيّة، بينما (Epstein, 1980) يرى أن مساحة الأراضي الملحيّة في العالم تقدّر بحوالي 411 إلى 911 مليون هكتار، المالحة(397مليون هكتار) والصودية (434 مليون هكتار) (FAO , 2005) أي ما يفوق 6% من المساحة الكليّة للأرض وأغلبها طبيعيّة، بينما جزء معتبر من الأراضي الفلاحية المزروعة أصبحت حديثا تعاني من الملوحة بسبب نزع الغطاء النباتي والري حيث تقدر نسبة الأراضي المتضررة من ملوحة التربة بحوالي 2% من الأراضي الزراعيّة الغير مروية، و 21%من الأراضي المسقية (45مليون هكتار) من أصل231 مليون هكتار في الجزائر على سبيل المثال تقدّر المساحة المتأثرة بالأملاح من 3.2 مليون هكتار.(جدول01)

المنطقة	الأرض الكلية	الأرض المالحة	%	الترب الصوداويّة	%
إفريقيا	1899.1	38.7	2	33.5	1.8
آسيا وأستراليا	3107.2	195.1	6.3	248.6	8
أوروبا	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
أمريكا اللاتينية	2038.6	60.5	3	50.9	2.5
أمريكا الشمالية	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
الشرق الأدنى	1801.9	91.5	5.1	14.5	0.8

جدول (2-1): التوزيع الجهوي للأراضي المالحة (بالمليون هكتار). (FAO , 2005)



وثيقة (2-1): خريطة التوزيع العالمي لمساحة الأرض المتأثرة بالملوحة. (Sinha et al, 2020)

7.تصنيف الأراضي المالحة

قسمت الأراضي الملحية على أساس كمية الملح الذائب في محلول التربة، وكمية الصوديوم القابل للتبادل الأيوني في التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالي:

1.7.أراضي ملحية

وهي التي تصل فيها نسبة الملح الذائب في محلول التربة إلى تركيز يؤثر على نمو معظم نباتات المحاصيل، (حمادي، 2014) ولكنها لا تحتوي على نسبة من الصوديوم القابل للتبادل الأيوني كافية لتغيير خواص التربة، حيث تصل النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني إلى أقل من% 15 (الصاعيدي، 2005) والأراضي المالحة هي التي تحتوي على تراكيز عالية من الأمـلاح الذوابـة، وهـي تصنف كمالحة عندما تكون: CE≥4 dS m-1 (عالم، 2011)

2.7.أراضي قلوية ملحية

وهي التي يصل فيها التوصيل الكهربائي لمحلول التربة المشبع إلى أكثر من 4ميلي مول/سم، وتصل النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني إلى أكثر من% 15. (الصاعيدي، 2005) ورقم الحموضة (PH) وعادة الـ PH لها في حدود 8.5 نتيجة لوجود تركيز مرتفع من الأملاح المتعادلة. (أحمد،سيف المطري)

3.7.أراضي قلوية غير ملحية

وهي التي تحتوي على كمية كافية من الصوديوم القابل للتبادل الأيوني كافية للتأثير على نمو معظم نباتات المحاصيل، ويكون تركيز الأملاح الذوابة فيها منخفض (عالم، 2011)، وتصل النسبة المئوية للصوديوم القابل للتبادل الأيوني إلى أكثر من ٪15 والتوصيل الكهربائي لمحلول تربتها المشبع أقل من 4 ميلي مول/سم (حمادي، 2010) (جدول02)

التربة	pH	EC(dS m-1)	ESP	SARe
تربة ملحية	< 8.5	> 4	< 15	<13
تربة قلوية ملحية	> 8.5	< 4	> 15	>13
تربة قلوية	8.5	> 4	> 15	>13

جدول(2-2): تصنيف التربة المتأثرة بالملوحة حسب خصائصها(Zaman et al, 2018)

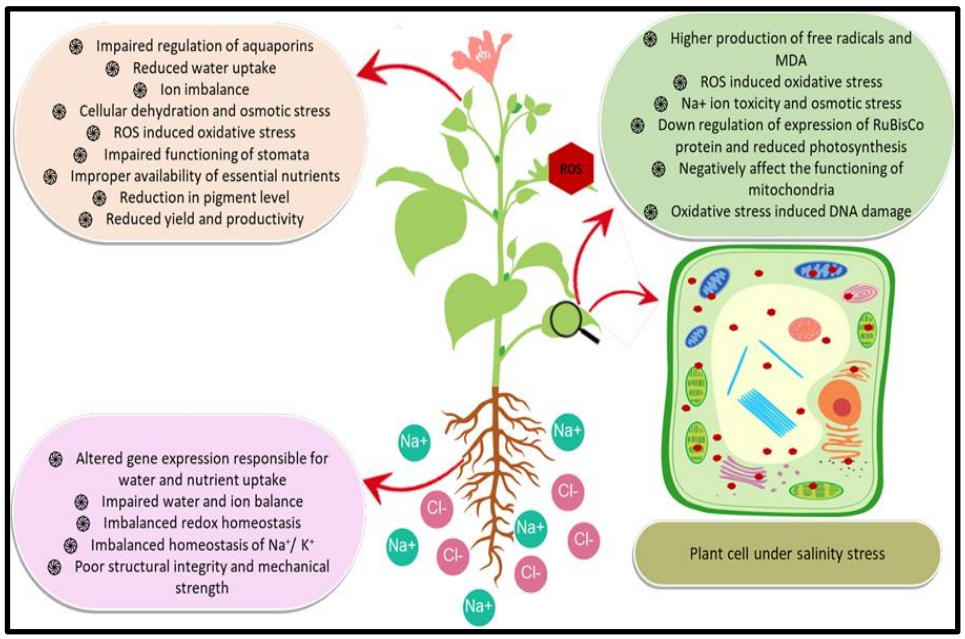
ثانيا: الاجهاد الملحي

عامة يعرف الإجهاد في عالم الأحياء بأنه عامل خارجي (بيئي) يسبب تأثيرات غير ملائمة للكائن الحي. وتشمل تلك التأثيرات كافة مظاهر الحياة من تغيرات مظهرية (شكلية) وفيزيائية وكيميائية. وتشمل المؤثرات البيئية درجة الحرارة والماء والأملاح والضوء وغيرها (جروني، 2015)

الإجهاد الملحي هو عبارة عن وجود فائض من الأيونات على وجه الخصوص ولكن ليس حصريا أيون الصوديوم والكلور الإجهاد الملحي ناتج عن وجود كميات كبيرة من الأملاح في المياه حيث انه يقلل من نسبة الماء في النبات ما يشكل من الناحية الفسيولوجية بيئة جافة (حمادي، 2014) كما يعتبر الإجهاد عائقا أمام تحسين المردود، وبعضه مانعا لحياة النبات، لذلك من الضروري فهم الميكانيكية التي يؤثر بها الإجهاد على النبات من أجل وضع استراتيجية تقلل من تأثيراته و الإجهاد عدة أنواع منها المائي، الحراري، الضوئي، الملحي... و يعامل بعض العلماء وجود الأملاح المذابة في المحلول الغذائي أو محلول التربة على أنها نوع من الإجهاد للنبات ولذا يسمى إجهاد ملحي stress salin. (الأعوج، 2014)

ويمكن إيجاز ضرر الملوحة على النبات بالآتي:

- إعاقة امتصاص بعض العناصر الأساسية لنمو النبات، بسبب وجود أيونات بعض عناصر الأملاح ولاسيما أيونات الصوديوم.
- التسمم الأيوني للخلية نتيجة تجمع معدلات عالية من الصوديوم والكلور والكبريتات فوق طاقة تحمل خلية نبات ذلك النوع.
- قلة امتصاص الماء بسبب الشد الأسموزي المسلط على جذر النبات النامي في الوسط الملحي العالي.
- التسمم الوراثي (Genotoxic) إذ إنه بزيادة تركيز الأملاح في سايتوسول الخلية لحد معين يتحطم DNA الخلية وتموت حالا.(الساهوكي والخفاجي، 2014).(وثيقة02)



وثيقة (2-2): تأثير ملوحة التربة على النباتات (Sinha et al, 2020)

1.تأثير الإجهاد الملحي على المؤشرات المظهرية للنبات

1.1.على إنبات البذور

تؤثر الملوحة على إنبات البذور ونمو الشتلات، حيث تؤثر على تشرب البذور ونمو الجذور وبالتالي يتأثر نمو النبات باعتبار إنبات البذور هي المرحلة الأولى من نمو النبات وظهور البادرات أو ربما المرحلة الأكثر حساسية في نمو النبات، إذ يعد الإنبات أول طور فيزيولوجي يتأثر بالملوحة (حمادي، 2014) وذلك حسب دراسة أجراها(Mohsen et al, 2014) على نبات الذرة الصفراء حيث وجدوا أنه بزيادة تركيز الملوحة تنخفض نسبة الإنبات.

وأشار(Houla, 2007) في دراسة أجراها على نبات الطماطم إلى أن طوري الإنبات ونمو البادرات هي من الأطوار الحرجة في حالة السقي بالمياه المالحة فعندما يكون طور الإنبات ونمو البادرات ضعيف يكون الإنتاج منخفض. بذور النباتات الملحية halophytes وغير الملحية glicophytesتستجيب بنفس الطريقة للإجهاد الملحي حيث تحد من عدد البذور النابتة وتبطئ من بدء عملية الإنبات. (LACHIHEB,2004)

إنبات بذور النباتات سواء كانت ملحية أو غير ملحية يتأثر بالملوحة حسب النوع وتأثير الضغط يمكن أن يكون أسموزي أو سمي.(Debez et al, 2001)

2.1.على سرعة ونسبة الإنبات

وجد (Ungar, 1978) عن (الصاعيدي، 2005) في دراسة على إنبات بذور Puccinella nuttallianaأن تركيز كلوريد الصوديوم عند % 0.5 أدى إلى تأخير الإنبات إلى يوم واحد، بينما عندما زاد التركيز إلى2% أدى إلى تأخير الإنبات لمدة 7 أيام، وذكر أيضا أن التأخير في الإنبات عادة يعتمد على النوع النباتي وعلى تركيز الملح.

وقد وجد (عيسى وحمد، 1999) عند دراسة استجابة فول الصويا إلى الملوحة، أن زيادة الملوحة أدت إلى انخفاض معنوي في كل من نسبة الإنبات وارتفاع النبات.

وكذلك وجد (المشيلح وآخرون، 1999) عن (الصاعيدي، 2005) أن زيادة الملوحة على إنبات الخريزة أدت إلى حدوث انخفاض حاد في نسبة الإنبات من 24% إلى% 88 بزيادة الملوحة من 1×10^3 إلى 40×10^3 ميلجيرام/لتر.

3.1.على نمو النبات

أوضح (Ashraf and Foolad, 2005) عن (سعيد، 2014) أن سبب انخفاض إنتاجية النباتات في التربة الملحية يعود بشكل رئيسي إلى اضطراب العمليات الأيضية، مثل البناء الضوئي وبناء البروتينات والكربوهيدرات وامتصاص الأيونات، وتثبيط فعالية الإنزيمات وتحطيم الأحماض النووية ADN و ARN (سعيد، 2014).

4.1.على النمو الخضري والجذري

تؤثر الملوحة في شكل خلايا النبات، وكذلك مظهر النبات ومعدل تنفسه والتمثيل الكربوني فيه وانتاجية المادة الجافة في وحدة المساحة. بشكل عام تصغر خلايا جذر النبات وأوراقه وسوقه عندما ينمو في الوسط الملحي (الساهوكي والخفاجي، 2014).

حيث تعمل الملوحة حسب (Udoveko et al, 1974) عن (معارفية سارة، 2009) على تقزم السيقان الرئيسية وتقلل تكوين الفروع الجانبية الحاملة لأوراق قليلة العدد صغيرة الحجم والمساحة مما يؤدي إلى ضعف كل من النمو الخضري والجذري في الحجم والوزن لنبات القمح والسبب واحد أو أكثر من العوامل التالية:

– منع النشاط المرستيمي ووقف استطالة خلايا القمم النامية مما يؤدي إلى تقزم النبات.

– منع النشاط المرستيمي للقمم النامية والأنسجة المرستيمية مثل البراعم الجانبية وعدم تكشفها وتحولها إلى نموات خضرية كالفروع أو زهرية كالأزهار والنورات.

– منع النشاط الكامبيومي في كل من السيقان والجذور مما يسبب عدم زيادة السمك في كل منهما، كذلك عدم زيادة حجم الخلايا المرستيمية الحديثة ومنع تحولها إلى الخلايا البالغة البرانشيمية مما يسبب ضعف النمو العام للنباتات.

– عدم انتظام النشاط المرستيمي نتيجة نقص الماء داخل النبات لعدم الاتزان المعدني أو لعدم امتصاص الغذاء العنصري واستغلاله في عملية التمثيل والأيض.

– تداخل الأيونات كالكلوريدات والكاتيونات كالصوديوم في عملية تنظيم عمل الجهاز الثغري في الأوراق النباتية ومعاكستها في عملية النقل للثغور مسببة زيادة الفقد في الماء الداخلي مما يسبب ظهور أعراض الجفاف مثل: الذبول.

2.تأثير اللإجهاد الملحي على المؤشرات الوظيفية للنبات

1.2.على تراكم المحتوى من البرولين

من أهم المحتويات البيوكيماوية تأثراً في النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي أو المائي هو المحتوى من الحمض الأميني "برولين" والذي له علاقة وثيقة الصلة في ميكانيكية مقاومة النبات لظروف الإجهاد (محب، ط، 2006) تشير التجارب إلى أنه يتم تكوين وتراكم البرولين من جديد بسبب الإجهاد الملحي الذي يؤدي إلى حدوث إجهاد مائي، حيث أن الكميات

المتراكمة من البرولين في الأنسجة كانت أكبر من الكميات الناتجة من تحليل البروتينات. ولقد لوحظ تراكم البرولين في كثير من الأنواع النباتية كنتيجة للإجهادين الملحي والمائي. ووجد أن البرولين الحر المستخلص من أوراق خمسة أصناف من القمح في طور الأشطاء كان يزداد بازدياد تركيز أملاح الصوديوم ولقد وجد أن النباتات المتحملة للملوحة يحدث بها تراكم كميات هائلة من البرولين بالمقارنة مع النباتات غير المتحملة (الصاعيدي، 2005)

2.2.على البناء الضوئي

يتأثر معدل البناء الضوئي بزيادة الملوحة أو بزيادة مستويات أيون الصوديوم والكلوريد حيث تؤدي هذه الزيادة إلى غلق الثغور ونقص تبادل أكسيد الكربون وبالتالي تقل كفاءة عملية التمثيل الضوئي، أو تؤثر زيادة الملوحة على إعاقة تكوين الإنزيم المتخصص في بناء الصبغات التي تقوم بالبناء الضوئي، أو انخفاض امتصاص العناصر المعدنية التي يتطلبها البناء الحيوي للكلوروفيل مثل الحديد والمنغنيز. (الصاعيدي، 2005)

3.2.على تراكم المحتوى من الأيونات

لوحظ في النباتات النامية تحت ظروف الملوحة المرتفعة حدوث تراكم بعض الأيونات في أنسجة جذورها مثل الصوديوم والكلوريد ويتراكم وجود الصوديوم غالباً في الفجوات العصارية Vacuoleوذلك لزيادة الضغط الأسموزي للعصير الخلوي لمقاومة الضغط الأسموزي المرتفع لمحلول التربة النامي فيها النبات (محب، ط، 2006).

4.2.على المحتوى من السكريات

أدت الملوحة الزائدة إلى نقص محتوى النبات من السكريات المختزلة بينما أدت إلى زيادة المحتوى من السكريات الغير مختزلة والذائبة. وذلك يرجع إلى تثبيط نشاط الإنزيمات المحللة hydrolytic enzymes ويؤدي تراكم السكريات الذائبة وغير المختزلة إلى زيادة الضغط الأسموزي للعصير الخلوي للخلايا والأنسجة مما يؤدي إلى معادلة الضغط الأسموزي مع الضغط الأسموزي الخارجي الناتج عن الإجهاد الملحي. (محب، ط، 2006)

5.2.على تراكم المحتوى من مضادات الأكسدة

لوحظ زيادة المحتوى من مضادات الأكسدة الأنزيمية والغير إنزيمية بسبب الإجهاد الملحي ومثال ذلك زيادة أنشطة إنزيمات مضادات الأكسدة مثل:

Peroxdase, Catalase, Superoxid dismutase, glutathione reductase, dehydro ascorbate reductase

كما لوحظ زيادة المحتوى من مضادات الأكسدة الغير إنزيمية مثل:

Total phenols, a- Tocopherol, Citric acid, ascorbic acid, polypiptides putruscin, glutathione.

ومضادات الأكسدة هذه تعمل كمواد كانسة Scavengers للجذيرات الحرة Free radicals الناجمة عن الإجهاد الملحي والذي يؤثر على التحولات الغذائية المضطربة والتي ينتج عنها ROS(محب، ط، 2006).

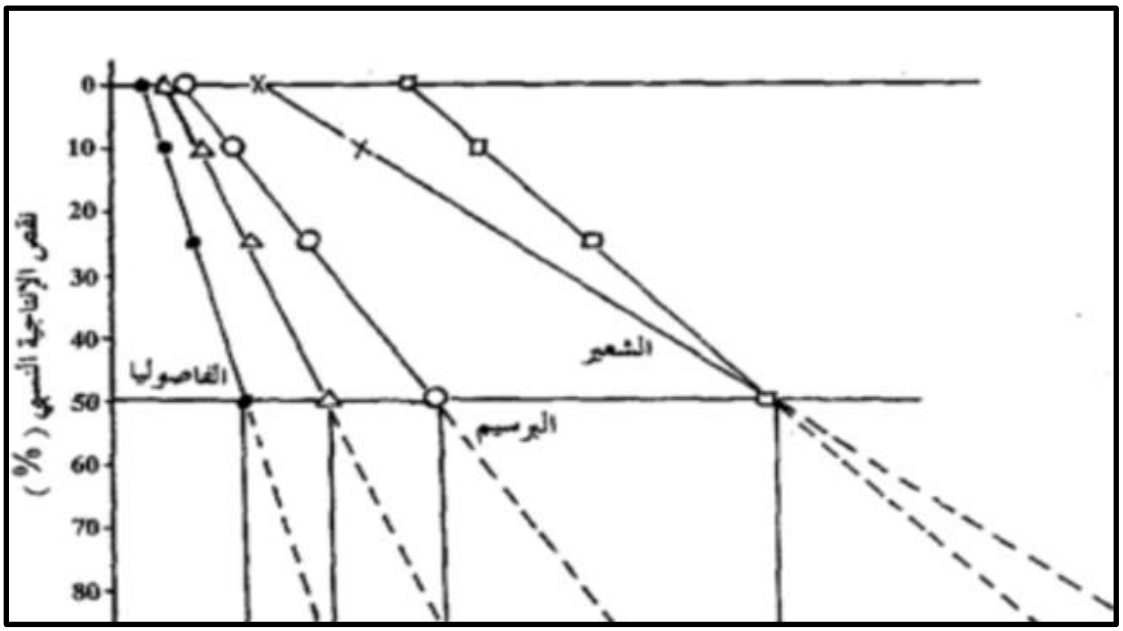
3. تصنيف النباتات حسب مقاومتها للملوحة

لقد أوضح(Petter Heller, 1977) عن (الأعوج، 2014) أن قدرة مقاومة الأنواع النباتية للأملاح تختلف اختلافا كبيرا حيث أن كل صنف يصل إلى درجة النمو من أجل كمية معينة من الملح وبهذا المفهوم يمكن تقسيم النباتات حسب استجابتها للملوحة إلى:

1.3 نباتات حساسة: هي التي يمكنها تحمل الملوحة من 2-3 غ/ل أي ما يعادل 5,1 غ/كغ تربة وينخفض مردود هذه النباتات إلى 20% مثل الفاصولياء والبزلاء والعدس والبطيخ. (وثيقة03)

2.3. نباتات متوسطة المقاومة: هي التي تتحمل الملح إبتدءا من 3-5 غ/ل مثل البرسيم.

3.3. نباتات مقاومة: وهي التي تستهلك 10 غ/ل مثل الطماطم.



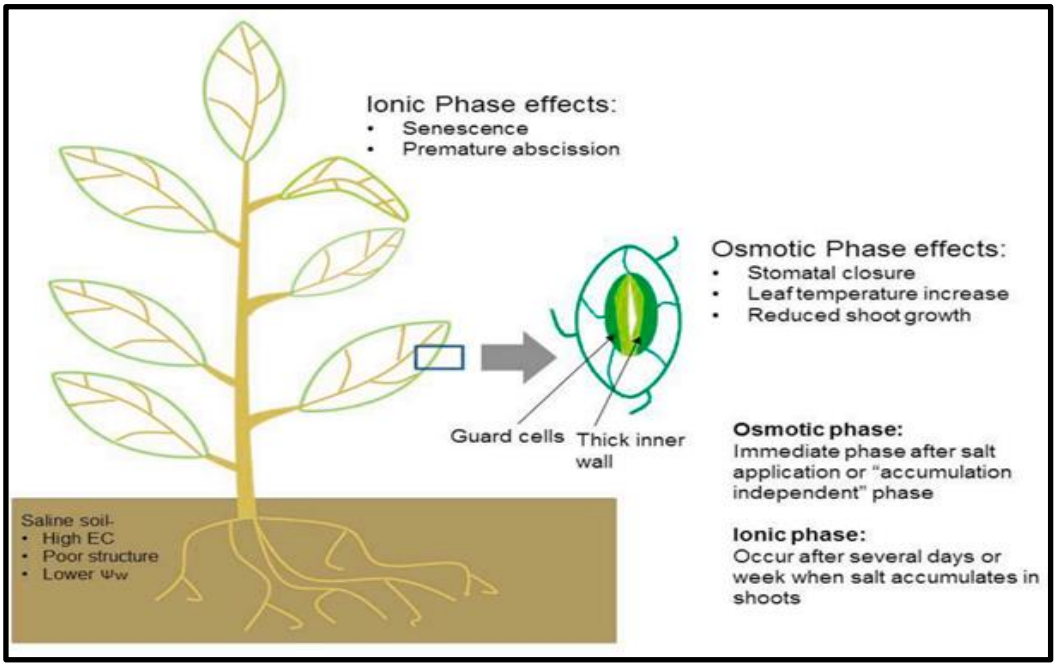
وثيقة (2-3): استجابة بعض النباتات الاقتصادية إلى مستويات مختلفة من الملوحة (جروني، 2015).

4.3. نباتات شديدة المقاومة: هي التي تزرع أساسا في المناطق الملحية وهي تتحمل 18 غ/ل مثل البنجر والسبانخ. (الأعوج، 2014)

4. آليات إستجابة النباتات للملوحة:

ذكر (Yeonok et al, 2000) أن بعض النباتات تستجيب للإجهاد الملحي حيث تقلل من نموها وبتمايز أنسجتها في الخلايا البرنشيمية الورقية ويلاحظ نقص تكوين الأنسجة السكلورنشيمية والنسيج الوعائي والطبقة الخارجية إذ تكون أنسجتها تحت ضغط أسموزي مرتفع بحيث تستطيع أن تنفذ عبر أنسجتها 10غ/ل من الملح، وبين (Faouzi et al, 2007) أن بعض الأنواع النباتية تقوم بتعديل ضغطها الأسموزي باستهلاك الأيونات المعدنية من الوسط وحجزها داخل الفجوة مما يؤدي إلى دخول الماء داخل الخلايا (وثيقة 04) وهذا ينطبق على النباتات المقاومة للملوحة حيث تجمع الأملاح فيستمر دخول الماء إلى النباتات في الاتجاه السالب بعملية الانتشار. وبين (Mehdi, 2008) أن الأيونات السامة تنتقل باتجاه الأوراق وتُخزن خاصة في الفجوات أو تُرمى عن طريق غدد مخصصة بطرح الأملاح عبر البشرة وأن

ميكانيزمات الحجز الأيوني تسمح بطرد Na + نحو Apoplasmeوالتي تسمح بحركة K +من الجذور نحو الجزء الهوائي أو من الأوراق المسنة إلى الفتية.



وثيقة (2-4): استجابة النبات لإجهاد الملوحة(Raj;Binoy et al, 2020)

كما تقسم آليات مقاومة النبات للملوحة إلى (جروني، 2015):

1.4.آلية التفادي

يمكن للنبات أن يتفادى الإجهاد الملحي من خلال ثلاث آليات:

أ-آلية عزل الملح سلباPassive exclusion of salts

يمكن أن يقوم النبات بعزل وإبعاد الأيونات المسببة للملوحة، فيمكن أن تكون الجذور غير منفذة للأملاح وبالتالي فإن النبات الذي يتميز بهذه الآلية لا يمرر الأيونات المسببة للملوحة مثل الصوديوم عبر الأغشية البلازمية، وهكذا يقوم النبات بإبعاد الأيونات الضارة خارج جسم النبات. وهناك آلية عزل على مستوى أعضاء النبات حيث يمكن للنبات أن يعزل الأيونات

الضارة من الأعضاء ذات الأهمية الحيوية مثل الأوراق إلى أعضاء أخرى أقل أهمية مثل أعناق الأوراق أو السيقان أو الجذور.

ب-آليات استبعاد الملح الفائض Extrusion of extra salts

هذه الآليات معنية بالتخلص من الملح الفائض إما بطريقة الإفراز Secretionأو الإخراج Excretion أو الاستبعاد Extrusion، وجميع تلك الآليات لابد من حدوثها بآلية نشطة (صرف الطاقة). كما أن معظم حالات آلية العزل التي نوقشت غير معروفة فيما إذا كانت بشكل سلبي Passiveأو نشط Activeوعليه فإن هناك عدم وضوح بهذا الخصوص. ويمكن أن تتخذ تلك الآليات أشكال مختلفة فقد تكون عملية التخلص من الأيونات الضارة إلى الأوراق القديمة (إخراج) ويقوم بعد ذلك النبات بالتخلص من تلك الأوراق بتساقطها، أو يكون ذلك بإبعاد الأيونات (استبعاد) إلى غدد ملحية Salts glands التي تتألف من خلايا جامعة للملح أو مخرجة إن آليات الإخراج أو الإفراز لغرض التخلص من الملح الزائد يمكن أن تحصل داخل الخلية الواحدة، وتقوم كثير من النباتات المقاومة للملوحة بتنظيم تركيز الأيونات المسببة للملوحة مثل الصوديوم في البروتوبلازم من شأنه أن يعطي المجال لتراكم ذائبات عضوية في السيتوبلازم تساعد في عمل موازنة أسموزية داخل الخلية بعملية التنظيم الأسموزي فضلا عن تلك المركبات العضوية توفر نوعا من الحماية للنظام الإنزيمي ضد الأيونات الضارة التي قد تتراكم في السيتوبلازم.

ج-التخفيف Dilution

تقوم بعض النباتات بالنمو السريع والمستمر وخلال ذلك تمتص الماء بكميات كبيرة لمنع زيادة تركيز العناصر وهذا يؤدي إلى تكوين خلايا برنشيمية كبيرة مما يجعل الأوراق أكثر سمكا. وأن عملية غلق الثغور تحت ظروف الملوحة من شأنه أن يحافظ على المحتوى المائي والذي يؤدي إلى ظاهرة التخفيف. ويطلق مصطلح العصارية أو التشحم Succulenceعلى ظاهرة زيادة المحتوى المائي في أنسجة النبات المعرض لتركيز عالي من الملح.

2.4.آلية التحمل Tolerance mechanism

يكمن للنبات أن يتحمل الملح من جراء تراكم الأيونات ويبدو أن هذه الآلية هي عكس آلية التفادي ويمكن تلخيص الآليات الفرعية كما يلي:

أ-التنظيم الأسموزي Osmoregulation

تقوم كثير من النباتات بتحمل الإجهاد الأسموزي الناجم عن الأملاح بعملية التنظيم الأسموزي وذلك بنوعين:

- تفادي نزع الماء Dehydration avoidance
- تحمل نزع الماء Dehydration tolerance

ويمكن أن يقوم النبات بتفادي نزع الماء وذلك بزيادة تركيز الأيونات أو الذائبات بشكل عام لدرجة يستمر معها تدفق امتصاص الماء إلى جسم النبات. إن عملية تراكم الذائبات سواء كان مصدرها الأيونات الموجودة في بيئة النبات أو أنها عضوية يقوم النبات ببناءها داخليا تسمى التنظيم الأسموزي أو التعديل الأسموزي. Osmotic adjustment وهناك اعتقاد جازم بأن هبوط نمو وإنتاجية النباتات بفعل الملوحة إنما هي نتيجة للتنظيم الأسموزي بين النبات وبيئته. أما الية تحمل نزع الماء فإن النبات يتعايش مع ظروف فقدان الانتفاخ لكن لابد من إيقاف نمو النبات وإبقاء الخلايا في حالة عدم النمو Nongrwiong state.

ب-تحمل نقص المغذيات Tolerance of nutrient deficientcy

يمكن لبعض النباتات المتحملة للملوحة أن تديم عملية امتصاص البوتاسيوم تحت ظروف الملوحة مما يجعلها في وضع تقوم بعملية التحمل وذلك بتفادي نقص المغذيات.

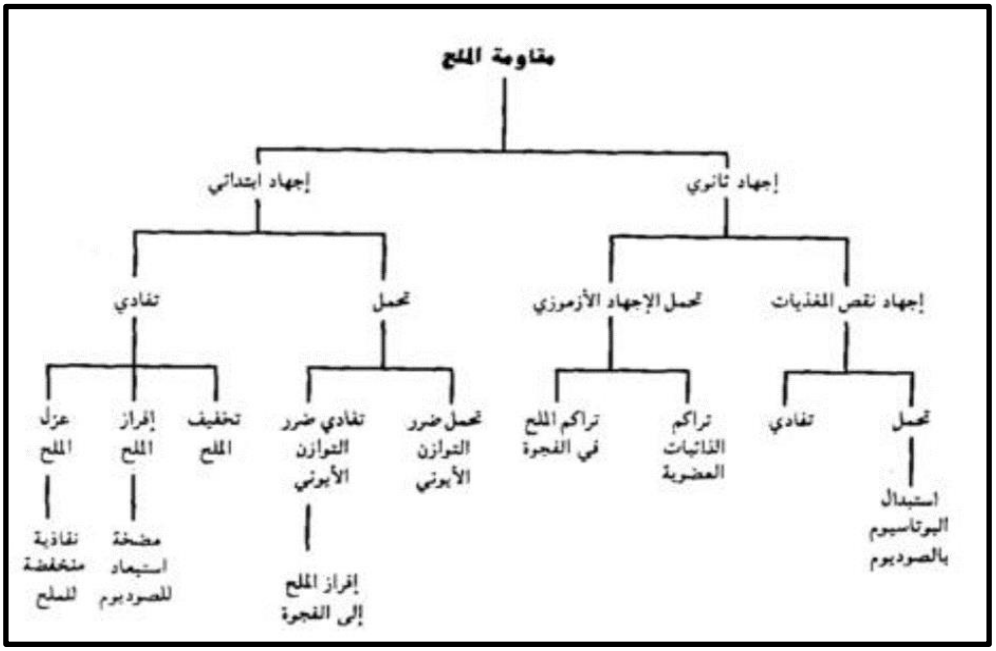
ج-تحمل الضرر الابتدائي الغير مباشر Tolerance of primary indirect strain

تشمل هذه الآلية التخلص من المواد السامة التي قد تتراكم بفعل التعرض للملوحة، أو تفادي تثبيط النمو بفعل التأثير الاسموزي للأملاح وذلك بآلية التنظيم الأسموزي، ويمكن أن يكون ذلك

بآلية تحمل الأنزيمات Enzyme tolerance حيث أن بعض الأنزيمات تتحمل تركيزات عالية من الأملاح دون أن يتأثر نشاطها، ويمكن لبعض النباتات أن تغير مساراتها الحيوية الخاصة بعملية تثبيت (CO_2حسب بيئتها) من المسارات ثلاثية الكربون C3 Pathways إلى المسارات رباعية الكربون C4 Pathways أو المسارات الخاصة بالنباتات المتشحمة، ذلك أن الأنزيم (Peco Phophoeneole pyruvat carboxylase) قد يتحفز بكلوريد الصوديوم وبالتالي قد تنشط خصائص التحمل للملوحة.

د-تحمل الضرر الابتدائي المباشر Tolerance of primary direct strain

وهو تأثير المفاجئ للصدمة الملحية Salt shock وتبدو النباتات الغضة (الحديثة) الحاوية على كميات قليلة من الأملاح أكثر حساسية للصدمة الملحية من النباتات القديمة. ويبدو أن التأثير الضار لذلك يكون من خلال تدمير النظام الغشائي في الخلية، وعليه فإن النباتات المتحملة للملوحة وفق هذه الآلية ذات أغشية لها خصائص معينة لمقاومة الملوحة.



وثيقة(2-5): مخطط الأنواع المختلفة المحتملة لمقاومة أملاح الصوديوم. (جروني، 2015)

الفصل الثالث

سبل معالجة الملوحة لتحقيق الأمن الغذائي في المناطق الجافة

تمهيد

ملوحة الأرض وقلويتها من المشاكل الحادة التي تحدد إنتاجية الأراضي واقتصاديتها الأراضي الجافة منها، الذي ينعكس سلبا على الأمن الغذائي العالمي، وحيثما توجد هذه الأراضي فإن الأمر يقتضي أن تجرى بعض العمليات التمهيدية تسبق عمليات الإنتاج المعروفة بقصد خفض مقدار الأملاح في الأرض حتى تستطيع المحاصيل المزروعة النمو وإعطاء محصول جيد.

كما أن عجز مختلف الحبوب على التأقلم مع الظروف القاسية للأراضي الجافة من ارتفاع مستوى تملح الأراضي، الجفاف وتدني خصوبة التربة دفع بالعلماء على إدخال أصناف جديدة أو منسية من الحبوب أو أشباه الحبوب المقاومة لهذه العوامل البيئية اللائحيائية، لتدعم أو تحل محل الحبوب غير المقاومة لهذه الظروف وهو ما يسمى بالزراعة الملحية.(Herbillon, 2015)

أولا: استصلاح الأراضي الملحية

1.مفهوم استصلاح الأراضي

يقصد باستصلاح الأراضي تحويل أرض غير منتجة لم تزرع من قبل إلى أرض منتجة بعلاج عيوبها (زكريا، 2006) وهي مجموعة العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تنفذ على التربة بهدف استعادة خصوبتها وقدرتها لتلائم الزراعة وتحقق إنتاجية عالية في وحدة المساحة أو التحسين الجذري للتربة (حسون، دون سنة).

2.مشاكل الأراضي الملحية

من الأضرار والمشاكل الناجمة عن زيادة ملوحة التربة نذكر:

- فقدان التنوع البيولوجي واضطراب النظام البيئي.
- انخفاض في غلة المحاصيل.
- هجر أو تصحر الأراضي الزراعية التي كانت منتجة سابقاً.
- زيادة أعداد النباتات الميتة والمحتضرة.

- زيادة مخاطر تآكل التربة بسبب فقدان الغطاء النباتي.
- تلوث مياه الشرب.
- إضعاف الطرق وأساسات المباني بسبب تراكم الأملاح داخل التركيبة الطبيعية للتربة.
- انخفاض النشاط البيولوجي للتربة بسبب ارتفاع منسوب المياه المالحة. (Zaman et al, 2018)

الوثيقة(3-1): الزراعة قبل تملح التربة **الوثيقة(3-2):** الزراعة بعد تملح التربة

(أحمد، د.س)

3.أهمية استصلاح الأراضي الملحية في المناطق الجافة وشبه الجافة وعلاقتها بالزراعة

تتميز المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم بانخفاض كميات الأمطار الساقطة عليها وارتفاع درجات الحرارة صيفا وتبعا لذلك فهي تعتمد بالدرجة الأساس على عمليات الري السطحي أو تحت السطحي.

إن احتواء مياه الري ولو على نسب ضئيلة من الأملاح فإنها تسبب زيادة ملوحة التربة كما أن قلة كمية الأمطار الساقطة اللازمة لغسل الأملاح من التربة وارتفاع مستويات الماء الأرضي وقربها

من سطح الأرض وتبخرها نتيجة ارتفاع درجة الحرارة صيفا يؤدي إلى مشكلة الملوحة في هذه الأراضي.

إن كمية ونوعية هذه الأملاح المتراكمة في التربة تعتمد على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ومستوى الماء الأرضي ونظام الري في المنطقة ومدى استواء سطح الأرض والظروف المناخية. (هادي، 2016)

4.الطرق التقليدية لاستصلاح الأراضي المالحة

لم يتم تطوير تقنيات الاستصلاح في الفترات السابقة، وكانت الطرق التقليدية هي الطريقة الوحيدة لمعالجة مشكلة الملوحة. خلال ذلك الوقت ركزت استراتيجيات إدارة الملح بشكل أساسي على تكملة النقص بإضافة المغذيات والماء ولكن ليس إزالة الأملاح المتراكمة. اقترح بعض الباحثين أن المعرفة المسبقة حول جودة المياه المستخدمة في الري، تكوين التربة، قدرة المحاصيل على تحمل الملوحة، عمق المياه الجوفية، تكوينها والخصائص الهيدروليكية للتربة في المنطقة المحددة وما إلى ذلك تعد شرطًا أساسيًا لتحسين فعالية التربة.

كانت هناك تدخلات بسيطة لحل مشكلة ملوحة التربة مثل تسوية الأرض، حواجز التربة، استخدام المبيدات الحشرية، الأسمدة، إدارة الصرف بشكل أفضل للمياه الزائدة، الحرث، الترشيح، غسل الأسطح، الري وإدارة المغذيات.(Sinha et al, 2020)

كما أن الالتفاف حول الأساليب التقليدية القديمة لن يكون فعالا لحل المشكلات. اقترح Yeo and Flowers في1989 عن (Sinha et al, 2020) أنه يجب إجراء المزيد من الأبحاث في إعادة تأسيس الإنتاجية الزراعية عن طريق دمج جينوم غريب بالكامل وعبوره مع مجموعة محلية متنوعة. تظهر العديد من البحوث الجديدة مع فكرة الهندسة الوراثية وتدابير الإدارة المستدامة.
(Aljerf and Choukaife, 2016)

5.الطرق الحديثة لاستصلاح الأراضي المالحة

مع زيادة درجة الملوحة، تزداد شدتها أيضًا، وبالتالي، يمكن رؤية التأثيرات بسهولة على المخرجات الزراعية الجارية. يحاول الباحثون كشف النقاب عن تقنيات أكثر تقدمًا لا تزال غير مستكشفة أو تُركت في الخلف لمكافحة المشاكل الناتجة عن الملوحة. تتضمن تقنيات الإدارة الحديثة التعديل في الأساليب التقليدية، إلى جانب مناهج أكثر تقدمًا وقابلة للتطبيق بشكل مستدام. تستخدم هذه التقنيات نهجًا متكاملًا للتغلب على مشكلة الملوحة، والتي لم يتم تكييفها بشكل جيد خلال الأوقات السابقة. (Sinha Et al, 2020) من بعض الطرق الواعدة نذكر ما يلي:

1.5.تحضير البذور

إن إنبات البذور حساس للملوحة، ويعتبر التجهيز الأولي طريقة فعالة للتخفيف من الآثار السلبية لإجهاد الملح على إنبات البذور (2021,Xiaofei et al) يعتمد نمو أي نبات على مرحلة تطوير إنبات البذور الحرجة(Aslamsup et al, 2011) . يمكن تحسين البذور وإنباتها بتقنيات تحضير البذور (Sinha Et al, 2020). يعتمد تحضير البذور على نوع البذور، المحيط، وظروف التخزين، ودرجة الحرارة، إمكانات المياه، ومدة المعالجة.(Lutts et ,2016)

تظهر العديد من الدراسات أن تحضير البذور هو تقنية ناشئة تساعد في مكافحة الإجهاد الملحي وتحسن الإنبات والنمو. في دراسة أجراها (Azooz, 2009)، أظهرت النتائج الأنشطة المستحثة لانزيم اختزال الجلوتاثيون، البيروكسيديز، الكاتلاز، وبيروكسيداز الأسكوربات عن طريق تحضير بذور الفول بحمض الساليسيليك تحت ضغط الملوحة. وبالمثل، قام Sen and Mandal (2016) عن (Sinha et al, 2020) بتقييم استجابة بذور المونج بطريقة تحضير المصفوفة الصلبة باستخدام الكيتوزان عند ثلاثة مستويات رطوبة ولاحظا تأثيرًا إيجابيًا على إنبات ونمو البذور الجاهزة.

هناك أنواع رئيسية لتقنية تحضير البذور نذكرها في الجدول (3-1) التالي:

نوع التحضير (الفتيلة)	الوصف
التحضير المائي Hydro-priming	تنقع البذور في الماء قبل البذر. بعد ذلك، يمكن تجفيف البذور في الهواء. يحسن مؤشرات الإنبات ومحتوى الكلوروفيل ومعدل نمو المحاصيل ونشاط التمثيل الضوئي
التحضير الملحي Halo-priming	تنقع البذور في محاليل أملاح غير عضوية مثل تركيباتKNO3، KH2PO4، N + P. يحسن مؤشرات الإنبات، زيادة تراكم البرولين، الكربوهيدرات القابلة للذوبان، مضادات الأكسدة، وتحسين التنظيم
التحضير الهرموني Hormo-priming	يشمل معالجة البذور بهرمونات نمو النبات مثل حمض الأسكوربيك، والأوكسين، والكينيتين، والثيامين، والجبريلين، والكلورميكواتشلوريد، وحمض الأبسيسيك، والبولي أمين، والبراسينوليد، والإيثيلين، والتراكونتانول، وحمض الساليسيليك. يزيد من كفاءة التمثيل الضوئي، وإجمالي الكربوهيدرات، وإجمالي الفينولات، وحمض الأسيتيك الإندول، ومستويات K +، وCa2 +، ويثبط التخليق الحيوي لـ ABA.

التحضير الأسموزي Osmo-priming	لفترة محدودة، تنقع البذور في محاليل محددة مثل الجلسرين والبولي إيثيلين جليكول والسوربيتول (أو المانيتول) ومحاليل السكر، والتي يتبعها التجفيف بالهواء. إنه يعزز أنشطة مختلف الإنزيمات المضادة للأكسدة، وحماية الأسموز، وتراكم البرولين، والكربوهيدرات الكلية، وأنشطة الكاتلاز وكذلك البيروكسيديز.
التحضير البيولوجي Bio-Priming	المعالجة البيولوجية للبذور باستخدام لقاحات حيوية مفيدة وتوفير الماء. يحسن معدل الإنبات، مؤشرات نمو الشتلات، يحسن نمو الجذور والبراعم، مؤشر القوة، الإنزيمات المرتبطة بالتحلل المائي للنشا، و IAA.
فتيلة المصفوفة الصلبة Solid matrix priming	تعالج البذور بمزيج من كميات محددة من الماء والمواد الصلبة أو شبه الصلبة (مثل الرمل) للحد من قدرة البذور على امتصاص الماء. يزيد من مؤشر الإنبات، وحيوية الشتلات، والسكريات الذائبة، وتركيزات البرولين، ونشاط POX، وCAT، ويقلل من محتوى MDA والنفاذية النسبية لغشاء البلازما.
التحضير مع H2O2 Priming with H2O2	تطبيق H2O2 بتركيزات مختلفة قبل البذر. إنه يحسن الحماية التناضحية والتخليق الحيوي للبرولين وتحمل الإجهاد.

جدول(3-1): الأنواع الرئيسية لتقنية تحضير البذور

(Banerjee and Roychoudhury, 2018; Sinha et al, 2020)

2.5.تحسين إجهاد الملح باستخدام اختيار المحاصيل والتحسينات الوراثية

يلعب اختيار الأنواع النباتية دورًا مهمًا في إنتاج الغلة وأيضًا في استصلاح التربة المالحة. يعتبر الاختيار على أساس الخصائص الفيزيولوجية لتحمل الملح هو العامل الرئيسي الذي يساعد في تحسين الإنتاج. تزدهر الأنواع النباتية التي تتحمل الملح في الظروف الملحية من خلال تطوير العديد من الآليات للتعامل مع إجهاد الملح مثل التخلص من ROS، وإنتاج الأحماض الأمينية (مثل حمض الفالين، وحمض الأسبارتيك، والبرولين، وما إلى ذلك) وتراكم الأسموليت، وتنظيم الأيونات (بواسطة Na / H antiporter)، واستبعاد الملح .(Patel et al,2017 ; Safdar et al, 2019) يتم اختيار الأنواع النباتية لاستصلاح التربة المالحة بشكل أساسي بناءً على قدراتها على تحمل الملوحة ومستويات الملوحة الحالية في التربة. (Singh et al, 2019)

تقدمت الأبحاث الجديدة بميزة تفصيلية تتمثل في إدخال الجينات التي تتحمل الملح وتطوير النباتات المعدلة وراثيًا للحصول على فوائد طويلة الأجل للتخفيف من الإجهاد الملحي (Grover et al, 2003; Banerjee et al, 2019; Sarangi et al, 2019). تم إجراء العديد من الدراسات الناجحة في تطوير الجينات المعدلة وراثيًا التي تتحمل الملح لتحسين النباتات النموذجية مثل التبغ والأرز.(Grover et al,2003)

نظرًا لأن العديد من الأعمال البحثية قد قامت بالفعل بالتحقيق في الأصناف التي تتحمل الملح (بما في ذلك المحاصيل والنباتات والأعشاب والأشجار وما إلى ذلك) وتحسين المحاصيل من خلال الهندسة الوراثية، لذلك فمن الأفضل زراعة مثل هذه الأنواع التي يمكنها مقاومة بيئة التربة المالحة الموجودة في المنطقة بدلاً من الذهاب إلى الأنواع الحساسة أو غير المتسامحة. هناك حاجة إلى مزيد من البحث في استراتيجيات التخفيف من ملوحة التربة، بما في ذلك الممارسات الزراعية المتكاملة التي تسمح بالحراجة الزراعية المصحوبة بإنتاج المحاصيل والنهج المشتركة الأخرى. (Sinha et al, 2020)

3.5.الاستصلاح بواسطة الكائنات الحية الدقيقة

تعد النباتات الدقيقة أحد المكونات الحيوية للنظام البيئي للتربة والتي تساعد في الحفاظ على صحة التربة من خلال تحسين خصوبتها من خلال تثبيت N2، وإذابة المغذيات، والتمعدن، وتثبيت ثاني أكسيد الكربون، وتحلل المواد العضوية، والعديد من الأنشطة الأساسية.
(Paul and Lade, 2014 Selvakumar et al,2018)

تساعد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في تربة الجذور على تحسين نمو النبات إلى جانب إضفاء التسامح تجاه الضغوط اللاأحيائية مثل الملوحة (Hashem et al, 2016) من المعروف أن بعض الفطريات الجذرية الشجيرية(AMF)، والبكتيريا الجذرية المحفزة لنمو النبات(PGPR)، والبكتيريا الداخلية، والبكتيريا المعززة لنمو النبات(PGPB) لديها القدرة على تحسين الخصوبة ونمو النبات في التربة المالحة.(Khan et al, 2019) تعد الفطريات الفطرية الجذرية الشجرية واحدة من أكثر الكائنات الحية ذات التغذية الحيوية الإلزامية وفرة على وجه الأرض والتي تشكل ارتباطًا تكافليًا مع جذور النباتات (Paszkowski and Gutjahr, 2013). يُظهر ارتباط دهون الحليب اللامائية مع جذر النبات القدرة على تعزيز نمو النبات من خلال التأثير على هرمونات النبات، وتراكم المغذيات، وزيادة إمداد الفوسفور، وحالة المياه، والتأثير على الخصائص الكيميائية الحيوية والفسيولوجية للنباتات التي تنمو في التربة المالحة(Kumar et al, 2015;Selvakumar et al, 2018) . يشكل AMF خيوطًا بين الخلايا، والتي تطور حويصلات تعمل كمواقع لتخزين المغذيات. في دراسة أجراها Aliasgharzadehوآخرون.(2001) عن (Sinha et al, 2020) ، لوحظ أن بعض أنواع AMFمثل *Glomus versiforme* و *Glomus etunicatum* كانت سائدة في التربة شديدة الملوحة (162 dS m-1).

وجد Kohler و آخرون(2009) عن (Sinha et al, 2020) في دراستهم أن كلا النوعين من AMF ، و*G. intraradices* ، و*G. mosseae*، في ظل ظروف مالحة معتدلة، حفز بشكل كبير نمو نباتات الخس *(Lactuca sativa)*. وتم إجراء بعض الدراسات الأخرى المماثلة، مما يشير إلى أن AMFعند التلقيح المشترك مع أنواع بكتيرية معينة يكون لها تأثير معزز على النمو وتحمل الملح لبعض الأنواع النباتية .(Lee et al,2015;Hashem et al,2016 ;Selvakumar et al,2018)

ثانيا: الزراعة الملحية

1.تعريف الزراعة الملحية

الزراعة الملحية هي تلك الزراعة التي تقوم على زراعة محاصيل وسلالات نباتية لها القدرة على تحمل مستويات عالية من الملوحة ودرجة الحرارة. ونبعت فكرتها في الأساس من الطبيعة ذاتها ومن نمو نباتات مقاومة للملوحة بشكل طبيعي وفطري على الشواطئ الرملية ومناطق المد والجزر والأراضي السبخية وغيرها من المناطق المغمورة بالمياه المالحة. (مفضل، 2016)

كما تتمثل الاستراتيجية المبتكرة لتعزيز القدرة على الاستفادة من الأراضي والمياه عن طريق استخدام التربة والمياه المالحة في استراتيجية الزراعة المالحة. هذه الاستراتيجية ليست جديدة، على سبيل المثال تم اقتراح استخدام مياه البحر لإنتاج المحاصيل في الصحاري الساحلية في العقود الثلاثة الماضية. بهذه الطريقة، يمكن أن يكون تعريف الزراعة المالحة على النحو التالي: هي الممارسات الزراعية المربحة والمحسنة باستخدام الأراضي ومياه الري المالحة بهدف تحقيق إنتاج أفضل من خلال الإستخدام المستدام والمتكامل للموارد الوراثية (النباتات والحيوانات والحشرات والأسماك والكائنات الحية الدقيقة) وتجنب استخدام تدابير استرداد التربة باهظة الثمن.
(Bruno, 2012)

2.شروط نجاح الزراعة الملحية

من أجل نجاح اعتماد الزراعة الملحية، ينبغي النظر في النقطتين التاليتين(Zaman et al, 2018) :

- يجب دراسة المواقع التي يتم فيها ممارسة الزراعة الملحية بعناية وتشخيص المشاكل المحتملة.
- بناءً على نتائج التشخيص، يجب على المرء أن يختار التدابير المناسبة لتعظيم العوائد الاقتصادية في ظل كل حالة محددة للزراعة الملحية نطاق واسع بأبعاد متنوعة. وتشمل هذه:
  - التربية لتحمل الملح ضمن الأنواع النباتية المناسبة.

- اختيار الأنماط الجينية التي تتحمل الملح، أي "الأصناف".
- تدجين النباتات التي تتحمل الملح من أجل الاستغلال الاقتصادي السليم (ولكن المستدام) للأراضي المتأثرة بالملوحة.
- الممارسات الزراعية الذكية مناخياً (إعداد الأرض، الغرس، الري والتسميد، إلخ)

3.أسباب اللجوء للاستثمار في إنتاج الغذاء تحت ظروف الملوحة

خلال مؤتمر International Saline Futures 2019 في ليوفاردن في هولندا، قدم الباحثون والممارسون مجموعة من الأسباب لتعزيز الاستثمارات في الإستكشاف ومواصلة تطوير إنتاج الغذاء تحت ظروف الملوحة. يمكن تلخيصها في أربعة نقاط:

1- ندرة المياه العذبة والنمو السريع لمساحات الأراضي المالحة

2- الحاجة لوقف فقدان التنوع البيولوجي مع تلبية الطلب المتزايد على الغذاء. كما يؤدي النمو السكاني الذي يتسبب في زيادة الطلب العالمي على الغذاء إلى الضغط لتغيير استخدام الأراضي. يمكن أن يمنع الاستخدام الذكي للأراضي المالحة التدمير المستمر للنظم الايكولوجية الفريدة والنقاط الساخنة للتنوع البيولوجي، مثل الغابات المتبقية والأراضي الرطبة الساحلية.

3- الحاجة للتكيف مع تغير المناخ. فتغير المناخ يجلب المزيد من الظواهر الجوية القاسية مثل الجفاف، وأنماط هطول الأمطار غير المنتظمة، الأعاصير الشديدة وارتفاع مستوى سطح البحر المتسارع والعواصف الساحلية الشديدة التي سوف تتسبب في الزيادات الحادة لاقتحام الملوحة لنهر الدلتا والمناطق الساحلية المنخفضة والجزر الصغيرة مما يؤدي إلى زيادة الإجهاد الملحي وفقدان الغلة. ومن المحتمل أن يصبح غمر الأراضي المنخفضة الخصبة تهديدًا وجوديًا على سبل العيش الزراعية في العديد من الأماكن حول العالم، مما يؤدي إلى النزوح الداخلي أو هجرة السكان المحليين والإنتاج في ظل الظروف الملحية والابتكار في هذا المجال يمكن أن يساعد في خلق منظور اقتصادي واجتماعي للمناطق والسكان المتضررين.

4- الحاجة لزيادة الفرص والقدرات لإنتاج الغذاء تحت ظروف التربة والمياه المالحة. فهناك مجموعة واسعة من التجارب حول العالم تظهر إمكانات اقتصادية كبيرة لأنظمة الزراعة المالحة المبتكرة.(Pier et al, 2021)

ومن خلال ذلك يمكن القول أن التوسع في الزراعة الملحية يمكن أن يحقق أكثر من فائدة كبرى، مثل استغلال الأراضي القاحلة وشبه القاحلة، التي تحظى أحيانا بكميات وفيرة من المياه غير العذبة أو المياه مرتفعة الملوحة التي لا تصلح للزراعة التقليدية، حيث يمكن من خلال تطبيق تقنيات الزراعة الملحية استخدام هذه المياه في زراعة بعض أنواع المحاصيل الملحية المناسبة وزيادة الإنتاج الزراعي، مما يساعد على تحقيق الأمن الغذائي. (مفضل، 2016)

4.تعريف النباتات الملحية

تشكل النباتات التي تتحمل الملح 2٪ من جميع النباتات الأرضية الموجودة في البيئات المالحة كالمناطق الساحلية، المستنقعات المالحة، الأراضي الجافة والمسطحات المالحة، إذ لا يقتصر تحمل الملح على عائلة واحدة، ولكنه موجود أيضا عند الأعشاب والأشجار على حد سواء والتي تكيفت مع إجهاد الملح. تتحمل النباتات الملحية الملح وبعضها يحتاج ذلك الملح من أجل النمو الأمثل وعندما تنمو في البيئات المالحة فإن معدلات نموها تصبح مماثلة للنباتات الغير ملحية Glycophytes تحت الظروف الغير ملحية، كما نجد نباتات ملحية لا توجد بشكل طبيعي في المناطق الغنية بالملح ولكنها مع ذلك تتحمل مستويات عالية من الملح، مثل أنواع مستنقعات المياه العذبة *Spartina pectinata* بعض الأنواع هي نباتات ملحية إجبارية إذ لوحظ انخفاض في الكتلة الحيوية في العديد من أنواع *Chenopodiaceae* الملحية تحت ظروف منخفضة للملح. (Amélie et Barbara, 2020)

5.الكينوا كبديل غذائي لتحقيق الأمن الغذائي

وثيقة (3-3): صورة لنبات الكينوا (عن الإنترنت).

1.5.مقاومة نبات الكينوا للظروف البيئية القاسية

1.1.5 مقاومة الجفاف

الكينوا هو نبات مقاوم للجفاف للغاية، ويتحمل درجات حرارة عالية تصل إلى 35 درجة مئوية، ومتطلباته للمياه منخفضة (Oelke et al, 1992)، ويمكن للنبات أن ينمو في المناطق التي يكون فيها معدل الأمطار السنوي في حدود (200 -400 ملم) (Valencia-Chamorro.,2003) ، وقد أظهرت بعض الأنماط البيئية أنها يمكن أن تصل إلى مرحلة النضج في ظل ظروف ري تعادل 50 ملم فقط من الأمطار في الموسم الواحد، وهو الري المنخفض للغاية لجميع أنواع المحاصيل (Martínez et al,2009)، توجد العديد من آليات مقاومة الجفاف لدى الكينوا نذكر منها: الهروب من الجفاف، التسامح والتجنب مع اختلافات كبيرة في الأصناف، يحدث الإفلات من الجفاف في المقام الأول بسبب النضج المبكر وبالتالي فهو ميزة مهمة في المناطق المعرضة لخطر الجفاف، إما في بداية أو نهاية موسم النمو، الكينوا تتغاضى عن الجفاف من خلال مرونة الأنسجة وعن طريق خفض الضغط الأسموزي، كما يتجنب النبات الآثار السلبية للجفاف من خلال نظام الجذر العميق والمكثف وكذا الحد من مساحة الأوراق وعددها. (Jensen et al, 2000)

2.1.5. مقاومة الملوحة

هذا النبات من النباتات الملحية اختياريا، أي يمكن أن يعيش في البيئة المالحة وفي بيئة غير مالحة، وهي قادرة على تجميع أيونات ملحية في أنسجتها لضبط الطاقة المائية للأوراق، وهذا يسمح لها بالحفاظ على إنتباج الخلية والحد من النتح في الظروف الملحية، وبالتالي تجنب الضرر لحادثة الجفاف الفسيولوجي (Jacobsen et al,2003). يتحمل نبات الكينوا الملوحة بدرجة مرتفعة حيث يمكنه الإنبات، النمو وإنتاج البذور عند مستويات ملوحة تعادل ملوحة مياه البحر تقريبا 40 ds/m أو 28000 جزء بالمليون. (حيريش، 2018)

2.5. تكيف الكينوا في الأراضي الجافة

تعاني المناطق الجافة التي يقطنها حوالي 1.7 مليار نسمة حسب التقديرات، من مشكلتين تعترضان نجاح الحبوب الرئيسية مثل القمح والأرز والشعير والذرة وهما الملوحة وندرة المياه، حيث يتعرض وسطيا 2000 هكتار من الأراضي المروية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة داخل 75 بلد، إلى التدهور الناجم عن الملوحة كل يوم، إضافة إلى مشكلة ندرة المياه وصعوبة توفيرها، إن زيادة حدة الجفاف والملوحة بسبب التغير المناخي يستدعي إحداث تحولات في المحاصيل والممارسات الزراعية. ويعتبر الكينوا محصولا أثبت نفسه كبديل ممتاز لقدرته على التكيف مع شتى البيئات. (إكبا، 2015)

يتمتع الكينوا بقدرة تحمل عالية تمكنه من النمو في المناطق التي تعجز المحاصيل الأخرى عن النمو فيها مثل المناخ المتغير والمتقلب، التربة المالحة، المياه شديدة الملوحة (شاهرلي وجمال، 2015)، إذ لديها متطلبات مائية منخفضة وبالتالي تبرز باعتبارها بديلا محتملا للمناطق الجافة في العالم والذي يسمح بتأسيس وتطوير المحصول في هذه المناطق (Garcia et al, 2011). فلقد طورت الكينوا مجموعة متنوعة من آليات الدفاع ضد العديد من العوامل اللاأحيائية السلبية، والتي تمكنها من الحصول على غلة مقبولة اقتصاديًا حتى في ظل هذه الظروف العصيبة (Lebonvallet, 2008)، الكينوا مناسبة للأراضي الصحراوية في شبه الجزيرة العربية، أو الأراضي

شبه الجافة في بعض المناطق في كينيا فقد أنتجت الأصناف الكولومبية غلات عالية من البذور (4 طن / هكتار) في كينيا. (Jacobsen,2003)

وقد تم تجريب محصول الكينوا في مصر واختلفت كميته وفقا للسلالات حيث تراوحت على المستوى التجريبى بين (0.75 – 1 طن للفدان) (كامل و زهري، 2014)، لذلك يمثل المحصول بديلاً مثيراً للاهتمام للحد من الجوع والفقر في القارة الإفريقية(FAO, 2011)، وقد أظهرت الدراسات في جبال الهيمالايا والسهول في شمال الهند، أن هذا المحصول يمكن أن ينتج بنجاح إنتاجية عالية في هذه المنطقة (Bhargava et al, 2006)، كذلك مبادرة FAO بإدخال محصول الكينوا للبنان وخصوصا إلى المناطق الزراعية الهامشية غير المنتجة والأراضي القاحلة وشبه القاحلة تراوح الإنتاج بين 1 و 4.7 طن للهكتار، علما أن كمية المياه المستهلكة لم تتجاوز 650 ملم في كل العام طوال الموسم الزراعي وفي كافة المواقع (قبلان، 2014)، وهذا ما يؤكد على إمكانية تطبيق هذا المحصول في المناطق الجافة في العالم كبديل للمحاصيل الاخرى.

3.5. القيمة الغذائية للكينوا

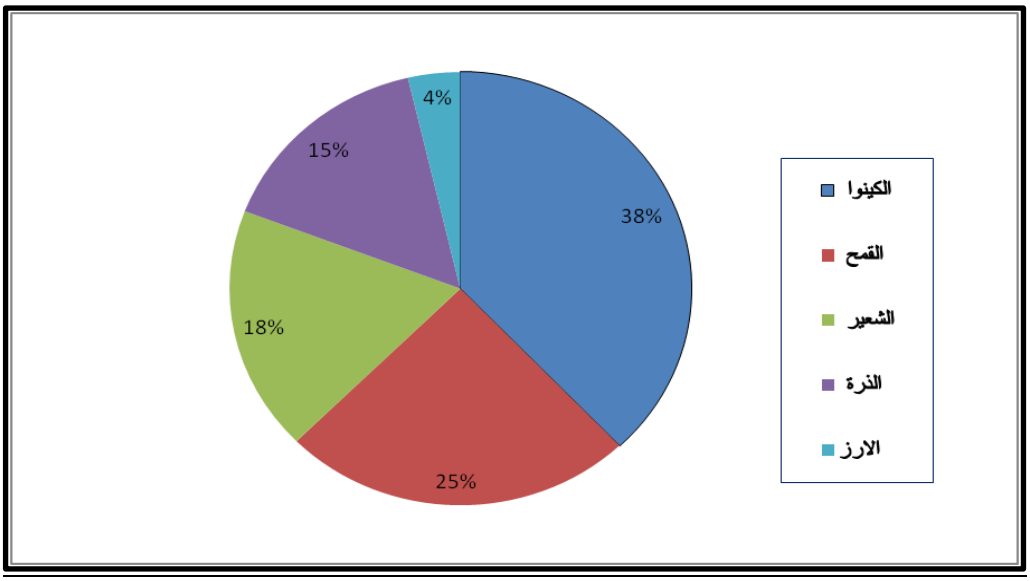
تمتاز حبوب الكينوا بتركيبتها الغذائية الفريدة ذات فوائد صحية عديدة لجسم الإنسان ويمكن تلخيصها بالتالي:

- تعتمد كمية البروتين في الكينوا على نوعها، كما أن نسبة البروتينات أعلى عادة فيها من سواها في معظم الحبوب (جدول 3–2)، كذلك فهي الأفضل من حيث نوعية البروتينات (تحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية) (شاهرلي، 2015) وينصح بالكينوا لمرضى الحساسية من الغلوتين، فهي خالية منه خلافا للقمح. (FAO,2013)
- تحتوي الكينوا على قدر أكبر من الدهون (جدول 3–3)، التي تشكل مصدرا مهما للسعرات الحرارية، وتساعد على امتصاص الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون، إن أكثر من 50% من الدهون مصدره حمضا اللينوليك واللينولينيك، وهما من الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة المتعددة (شاهرلي، 2015).

	القمح	الأرز	الذرة	الفاصولياء	الكينوا
الطاقة (كيلو سعرة حرارية/100غرام)	392.0	372.0	408.0	367.0	399.0
الدهون (غرام/ 100 غرام)	2.3	2.2	4.7	1.1	6.3
البروتينات (غرام/ 100غرام)	14.7	7.6	10.2	28.0	16.5
مجموع (الكربوهيدرات)غرام/ 100 غرام	78.4	80.4	81.1	61.2	69.0

الجدول (3-2): المحتويات من المغذيات الكبرى في الكينوا ومحاصيل أخرى لكل 100 غ من الوزن الجاف (شاهرلي، 2015).

- توفر مصدرا جيدا للألياف ضعف ما توفره الحبوب الأخرى لذا تساعد في المحافظة على الجهاز الهضمي بالتخلص من الإمساك وعلى صحة القولون، والتي لها دور في خفض مستويات الكولسترول والدهون، فهي غذاء مناسب لتخفيف الوزن. (FAO,2013)



الوثيقة (3-4): الألياف في مختلف أنواع الحبوب (اكبا، 2015)

- تعتبر الكينوا مصدرا غني بالمعادن مقارنة بباقي الحبوب كما تمثل مصدر جيد للمغنيسيوم (جدول3-3)، الذي يساعد في الحماية من الصداع النصفي، وتسهم في المحافظة على صحة القلب والأوعية الدموية، ويساهم كذلك في بناء العظام.
- حمض الفوليك وفيتامين ب في الكينوا يعززان قدرة الكبد على إزالة السموم من الجسم، تتميز عن الحبوب بكونها مصدرا جيدا للحديد، ومن المعروف أن الحديد مهم لحمل الأوكسجين لجميع خلايا الجسم، ويعد مصدرا للطاقة كما يساعد على انقباض العضلات.
- توفر الكينوا العديد من المعادن و الفيتامينات المضادة للأكسدة، إذ تحتوي ما يقرب نصف الحد الأدنى من المتطلبات اليومية للمغنيز، وتعد مصدرا جيدا للنحاس والزنك.(FAO, 2013)
- تتركز في الكينوا الفلافونويد أكثر من تركيزها في التوت البري، الذي يعد أغنى مصدرا للفلافونويد والتي تعد من المغذيات النباتية المضادة للالتهابات وتحتوي أيضا على أوميغا 3 وحمض ألفا لينولينيك .(FAO, 2013)

الحبوب	الكينوا	الذرة	الأرز	القمح
الكالسيوم	148.7	17.7	1 6.9	50.3
الحديد	13.2	2.1	0.7	3.8
المغنيسيوم	249.6	137.1	73.5	169.4
الفوسفور	292.6	383.7	137.8	467.7
البوتاسيوم	926.7	377.1	118.3	578.3
الزنك	4.4	2.9	0.6	4.7

جدول (3-3): محتوى الكينوا وبعض المحاصيل الأخرى من المعادن (ملغ/ 100 غ) من الوزن الجاف (شاهرلي، 2015).

6.المساهمة المحتملة لنبات الكينوا في الأمن الغذائي العالمي

يشكل مستقبل الأمن الغذائي تحديا عالميا أساسيا، وفي هذا الإطار، يعتبر نبات الكينوا أكثر المحاصيل الواعدة (اكبا، 2015) التي بإمكانها المساهمة في الأمن الغذائي والسيادة، بسبب الجودة التغذوية والتقلبية الجينية والقدرة على التكيف مع المناخ وجودة التربة وانخفاض تكلفة الإنتاج (FAO, 2011)، حيث توفر زراعة الكينوا بديلاً للبلدان التي لا تتوفر فيها إمكانية الوصول إلى مصادر البروتين أو الإنتاج الغذائي، وبالتالي يجب اللجوء إلى الواردات أو المعونة الغذائية، حيث يمكن للكينوا تزويد هذه الدول بفرصة لإطعام أنفسهم (Bioversity International et FAO, 2013) وقد ذكر تقرير للفاو في هذا الشأن أن نبتة الكينوا تساهم بنسبة عالية في تحقيق الأمن الغذائي

لاحتوائها على جميع المكونات الأساسية التي تمنحها قيمة غذائية عالية (أكساد،2017) كما أنها يمكن أن تستهلك من قبل الأشخاص الذين لديهم حساسية من الغلوتين، وتقدم بديلاً غذائيا قيما للأشخاص الذين يعانون من بعض الاضطرابات الهضمية (Herbillon, 2015)، و بهذا فإن الكينوا ذو إمكانيات كبيرة، سواء من حيث صفاته التغذوية أو تنوعها الزراعي، للمساهمة في الأمن الغذائي لمختلف مناطق العالم (Zouari et Oucif, 2018)، على ضوء مواجهة العالم تحدي زيادة إنتاج الطعام الجيد، لإطعام عدد متزايد من السكان في مناخ متغيّر، تعتبر الكينوا مصدراً غذائيا بديلاً وحليفا في مكافحة الجوع وسوء التغذية، وإدراكا منها لهذه الحقيقة، أعلنت الجمعية العامة للأمم المتحدة عام 2013 "السنة الدولية للكينوا" لتحسين الوصول والوعي بقيمة الكينوا، ولكن قبل كل شيء لتحفيز تنمية هذه الزراعة على جميع الكواكب(Herbillon, 2015) وقد أكد الرئيس البوليفي إيفو مورااليس، الذي عين سفيراً خاصا للمنظمة على هذه الحقيقة بتصريحه، أنه "في مواجهة أزمة الغذاء العالمية، فإن لدى شعوب الأنديز العديد من الحلول وأحدها هو الكينوا".
(FAO, 2013)

الخلاصة العامة

تناولت دراستنا الملوحة كمشكلة عالمية تهدد الأمن الغذائي في المناطق الجافة، حيث سعينا من خلالها للإجابة عن التساؤلات القائلة ما هي الملوحة؟ وفيما تكمن مخاطرها على النبات وعلى الأمن الغذائي في المناطق الجافة خاصة؟ وماهي سبل معالجتها أو التخفيف من مخاطرها؟

وفي ختامها توصلنا إلى عدة نتائج أهمها:

- تعد الملوحة من المشاكل الرئيسة التي تواجه الزراعة في الأراضي الجافة وشبه الجافة، ونظرا لكون القطاع الزراعي يشكل مصدرا رئيسيا من مصادر الأمن الغذائي فبالتأكيد أن مشكلة الملوحة ستزعزع استقرار الأمن الغذائي في العالم وفي هذه المناطق على وجه الخصوص.
- تؤثر الملوحة سلبا على المؤشرات المظهرية والوظيفية للعديد من النباتات مما يؤثر على نموها وإنتاجيتها، إلا أن هناك نباتات يمكنها مقاومة الملوحة عن طريق آليات قسمت إلى ما يلي: آليات التفادي وآليات التحمل.
- لحل مشكلة الملوحة في الأراضي الجافة أو التخفيف منها كان يتم سابقا اعتماد طرق تقليدية كتسوية الأرض، حواجز التربة، إدارة الصرف بشكل أفضل للمياه الزائدة، الحرث، الترشيح، غسل الأسطح لكن هاته الأساليب لم تكن فعالة إلى حد ما إذ لا يمكن إيقاف تراكم الأملاح في التربة بشكل نهائي.
- لذا اتجه الباحثون الى استخدام طرق حديثة وأكثر فعالية من أهمها تحضير البذور قبل انباتها لتصبح مقاومة للملوحة والتي تضمنت العديد من التقنيات: التحضير المائي، التحضير الملحي، التحضير الهرموني... وأيضا تحسين إجهاد الملح باستخدام اختيار المحاصيل حيث يتم اختيار المحاصيل التي تزدهر في الظروف الملحية كما يتم أيضا إجراء تحسينات وراثية من خلال ادخال جينات تتحمل الملح وتطوير نباتات معدلة وراثيا. ونذكر أيضا استصلاح التربة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إذ تعمل هذه الأخيرة على تحسين خصائص التربة وزيادة خصوبتها مما يؤدي إلى ازدهار المحاصيل الزراعية.
- تعتبر الطرق الحديثة هي الأفضل وذلك لفعاليتها في تحسين الإنتاج الزراعي وقلة تكلفتها مقارنة مع الطرق التقليدية.

- تعد الزراعة الملحية أحد أهم الحلول المبتكرة من أجل النهوض بالقطاع الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي وذلك من خلال استغلال الأراضي والمياه المالحة لزراعة محاصيل متحملة للملوحة واعتماد الزراعة الملحية يمكن أن يحقق عدة مزايا من بينها استغلال الأراضي الجافة وشبه الجافة، الحفاظ على كميات المياه العذبة الصالحة للشرب أو للزراعة التقليدية، وفضلا عن كل ذلك يمكن أن تسهم تقنيات الزراعة الملحية أيضا في تحسين الكفاءة الإنتاجية لبعض المحاصيل، أو تحسين نوعية وخصائص بعض المحاصيل، ومن ثم تحقيق عائد اقتصادي عال.

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. FAO، 2018، حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم "بناء القدرة على الصمود في في العالم "بناء القدرة على الصمود في وجه تغير المناخ من أجل الأمن الغذائي والتغذية ، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ISBN 978-92-5-130842، روما، ص181.
2. GAR،2011،التقييم العالمي بشأن الحد من مخاطر الكوارث "الكشف عن المخاطر وإعادة تعريف التنمية"،ص57
3. GLOSOLAN، 2021، إجراءات التشغيل القياسية لعجينة التربة المشبعة.
4. GOS، 2011، مستقبل وتحديات الغذاء والزراعة، موجز تنفيذي، مكتب الحكومة للعلوم، لندن ،ص : 40.
5. UNEP، 2010، الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية، الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي، التنوع البيولوجي للأراضي الجافة وشبه الرطبة،UNEP/CBD/SBSTTA/13 ، ص03.
6. أحمد سيف المطري، Saline Soils الأراضي الملحية مع دراسة حقلية للتربة في منطقة ضدنا بالساحل الشرقي من دولة الإمارات العربية المتحدة.
7. الأعوج حسن، 2014، تثبيط الإجهاد الملحي بمنظمات النمو (kinétine و3GA) رشا على نبات القمح الصلب Simito النامي تحت الظروف الملحية، مذكرة لنيل الماجستير، جامعة قسنطينة.
8. اكبا، 2015، زراعة الكينوا في البيئات الهامشية (المرحلة 2) https://www.biosaline.org/node/1841،تم الاطلاع عليه يوم 2022/5/28
9. أكساد، 2017، تقرير حول الكينوا، مركز الأبحاث للأراضي الجافة، دمشق، ص2.
10. باقة مبارك، 2010، فسيولوجيا الإجهاد الغير حيوية، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة.
11. بشور عصام والصايغ انطوان، 2007، طرق تحليل تربة المناطق الجافة وشبه الجافة، الجامعة الأمريكية بيروت،ISBN 978-92-5-6056611-0، ص11.

12. بوغدة نور الهدى، 2015، دور الكفاءة الإستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي "حالة الجزائر"مذكرة ماجستير في علوم التسيير،جامعة فرحات عباس، سطيف 1، سطيف، ص: 19.

13. التركماني جودة فتحي، جغرافية الأراضي الجافة والتصحر، دار الثقافة العربية، القاهرة، الطبعة الثانية، ص 291.

14. جروني عيسى، 2015، محاضرات فسيولوجيا البيئة والنبات، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة.

15. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، 2008، العدد 46، الجزائر، 10 أوت 2008 الموافق ل 8 شعبان 1429 ص: 06

16. حسون محمد احمد محمد، محاضرة استصلاح اراضي، كلية زراعة، جامعة القادسية، العراق.

17. حمادي حميدة، 2014، مقارنة التأثير الفعلي لمعاملات البوتاسيوم لإزالة اثأثلر السلبي للملوحة على عدة مظاهر فيزيوكيميائية لنبات الطماطم Lycopersicon esculentum Mill Var: Heintz، مذكرة لنيل الماجيستر، جامعة قسنطينة.

18. حيريش عمّار، 2018، دليل الفلاح "مشروع تطوير سلسلة قيمة الكينوا لتحسين الأمن الغذائي والتغذوي في منطقة رحامنة "، المركز الدولي للزراعات الملحية للإمارات العربية المتحدة، ص 14.

19. زبيري وهيبة، 2014، التهديدات البيئية وإشكالية بناء الأمن الغذائي، مذكرة ماجستير في القانون العام، جامعة سطيف 2، سطيف، ص: 19

20. زكريا مسعد الصيرفي،2006، مشروع استصلاح و تحسين الأراضي،كلية الزراعة،جامعة المنصورة، مصر.ص12.

21. الساهوكي مدحت مجيد والخفاجي مصطفى جمال، 2014، آلية تحمل النبات لشد الملوحة، مجلة العلوم الزراعية العراقية 45، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

22. سعداوي ماهر حامد و الطنطاوي عطية محمود،2020، حالة الأمن الغذائي في إقليم جنوبي أفريقيا "دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"،مجلة كلية الآداب للإنسانيات والعلوم الإجتماعية،العدد 2، ص 621.

23. سعيد هاجر، 2014، أثر التداخل بين + K+ / Na على تطوره ونموه العقد الجذرية لنبات البازلاء (sativum L. Pisum) صنف merveille de kelvedon النامي تحت ظروف ملحية اثناء مرحلة نمو الشتلة، مذكرة لنيل الماجيستر، جامعة قسنطينة.

24. سلوى جمعة فاخر،مقرر استصلاح الأراضي،كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.

25. شاهرلي جمال، 2015، الكينوا" محصول واعد في أرض واعدة"،مجلة الزراعة والمياه في الوطن العربي، العدد 29، قسم المحاصيل، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص 60-63.

26. شاهين عبد الوهاب، 1990، الأراضي الجافة، منشأة المعارف للنشر، الاسكندرية، ص: 26

27. الشبكة العالمية لمختبرات التربة،2021، إجراءات التشغيل القياسية لعجينة التربة المشبعة.

28. شلبي محمد يوسف أحمد، 2012، دور الإرشاد الزراعي في تحقيق الأمن الغذائي من خلال تحقيق التنمية المستدامة بالمملكة العربية السعودية، ورقة عمل، المؤتمر السابع، الجمعية السعودية للعلوم الزراعية، قسم الإرشاد الزراعي والمجتمع الريفي، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، ص: 2

29. الشواري وليد الهادي محمد، 2015، الجغرافيا الطبيعية للأراضي الجافة،

30. الصاعيدي حامد، 2005، تربية النباتات تحت ظروف الإجهادات المختلفة والموارد والأسس الفسيولوجية لها، N:977-316-156-0، دار النشر للجامعات مصر.

31. عالم سعاد، 2011، استجابة بادرات القمح الصلب (Triticum durum Desf) للإجهاد الملحي ومعاكسة تأثيره الضار بالأوكسين، مذكرة لنيل الماجيستر، جامعة قسنطينة.

32. عدنان عطية محمد وعبد الكريم رشيد عبد اللطيف،2013، مشكلة الملوحة وأثرها في إنتاج الأراضي الزراعية في قضاء الدجيل، مجلة آداب الفراهيدي، العدد 17، تكريت، ص439.

33. عزة أشرف، 2009، الأمن الغذائي والتنمية الزراعية المصرية في ضوء أهم المتغيرات المعاصرة، ورقة بحثية مقدمة في مؤتمر نحو وضع سياسات جديدة للنهوض. بالقطاع الزراعي، مصر، ص 03

34. فرحان دلال.م.، 2017، الأراضي الجافة، محاضرة، قسم الجغرافيا، كلية علوم التربية الاساسية، جامعة المستنصرية، بغداد، ص18.

35. قبلان بريدي، 2014، الكينوا Quinoa منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، المشروع الإقليمي، المساعدة التقنية لتعزيز النظام الغذائي من الكينوا: في الجزائر، مصر، العراق، إيران، لبنان، موريتانيا، السودان، اليمن، المكتب القطري لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ص 30، TCB/RAB 340/، بعبدا، لبنان

36. القصاص محمد عبد الفتاح، 1999، تدهور الأراضي في المناطق الجافة، المجلس الوطني للثقافة والآداب، الكويت، ص11، 54، 55.

37. كامل أحمد سعيد مصطفى، وزهري عبد الحفيظ أحمد، 2014، إمكانية زراعة نبات الكينوا في مصر، مركز البحوث الزراعية، نبات الكينوا، نويبع سيناء.

38. كرار عصام عباس بابكر، 2015، الموارد الطبيعية في البيئات الجافة والشبه الجافة، مركز التدريب للمحافظة على الموارد الطبيعية، السعودية، ص 76-78.

39. كينة عبد الحفيظ، 2013، مساهمة الصناعات الغذائية في تحقيق الأمن الغذائي في الجزائر، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، الجزائر.

40. اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، 2005، تقرير الإسكوا الأول عن التنمية المائية "شدة تأثر المنطقة بالجفاف الاجتماعي-الاقتصادي"، ص 9.

41. محب طه صقر، 2006، أساسيات كيموحيوية وفسيولوجيا النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، مصر.

42. محمد السيد عبد السلام، 1989، الأمن الغذائي للوطن العربي، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص 330.

43. معارفية سارة، 2009، تأثير الإجهاد الملحي على التوازن الهرموني لدى نباتات المحاصيل الحقلية، مذكرة لنيل الماجستير، جامعة قسنطينة.

44. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة،2020، موجز عن حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم "تحويل النظم الغذائية من أجل أنماط غذائية صحية ميسورة الكلفه"، ص4

45. هادي ياسر، 2016، استصلاح الأراضي التطبيقي الكتاب المنهجي لطلبة الصف الرابع في كليات الزراعة، جامعة القاسم الخضراء، العراق.

46. الهندي عطية، 2008، الجهود الدولية لحل أزمة الغذاء في العالم، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية، ورشة العمل التدريبية القومية.

47. والطون كينيث، 1990، الأراضي الجافة، جامعة أباردين، لندن، ص137،138،165،

المراجع الأجنبية

48. Aljerf, L., Choukaife, A.E., (2016): Sustainable development in Damascus University: A survey of internal stakeholder Views. J. Environ. Stud. 2, 1–12

49. Amélie Litalien et Barbara Zeeb (2020): Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plantbased strategies for sustainable mitigation, Department of Chemistry and Chemical Engineering, Royal Military College of Canada, Pp08.

50. Aslamsup, R., Bostansup, N., Mariasup, M., Safdar, W., (2011):. A critical review on halophytes: salt tolerant plants. J. Med. Plants Res. 5, 7108–7118. https://doi.org/10.5897/JMPR

51. Azooz, M.M., (2009): Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. Int. J. Agric. Biol. 11.

52. Banerjee, A., Roychoudhury, A., 2018. Seed priming technology in the amelioration ofsalinity stress in plants, in: Advances in Seed Priming. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0032-5_5

53. Banerjee, J., Das, A., Vahedi, M., Gantait, S.,(2019): Advances in Functional Genomics in Investigating Salinity Tolerance in Plants, in: Recent

Approaches in Omics for Plant Resilience to Climate Change. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21687-0_8

54. Ben Amara N .et al ,(2015) :La relation entre le couvert végétale et les zones arides ,mémoire de licence ,spécialité : Biologie et Physiologie végétale ,Université Hamma Lakhdar ,El-Oued,Pp :62
55. Ben Salem M., Boussen H. et Slama A. (1997). Évaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur « recherche de paramètres précoces de sélection »Sixièmes Journées scientifiques du réseau Biotech.-Génie Génétique des plantes, Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche (AUPELF / U R E F). Orsay. Sécheresse,Vol(2) ,Pp :75- 83.
56. Bhargava A.et al, (2006): Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) germplasm. National Botanical Research Institute. Lucknow. India. Vol(54),Pp:167–173
57. Bioversity International et FAO.(2013): Descripteur pour le Quinoa et ses espèces sauvages apparentées ISBN :978-92-7043-949-3 . Bolivie. N° 538, Pp :50
58. Bruno Ladeiro,(2012): Saline Agriculture in the 21st Century: Using Salt Contaminated Resources to Cope Food Requirements,Review Article,Conceic¸ao Santos,Portugal,P03.
59. DEBEZ A., CHAIBI W., BOUZID S.,(2001): Effet du NaClet de régulateurs de croissancesur la germination d'AtriplexhalimusL. Cahiers d'Etudeset de RecherchesFrancophones/Agricultures, Vol. 10, No. 2: 135- 138.
60. Epstein E . et kineslwy R;(1986): salt sensivity in wheat Acase for specific ion toxicity. Plant physiol.
61. FAO ,(1992) :Foresterie en zone aride –Guide à l'intention des techniciens de terrain , Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ,Rome ,ISBN :92-5-202809-9 ,or

62. FAO, (2011): Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security . Latin America and the Caribbean, Pp: 3-14
63. FAO, (2019): rees, forests and land use in drylands: the first global assessment, ISBN: 978-92-5-131999-4, Rome, Italy.
64. FAO,(2013): La decouverte de quinoa , L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture,Pp :5.
65. FAO; (2005):Global network on integrated soil managment for substainable use of salt effected soils. Rome. Italy : FAO. Land and Plant Nutrition managment service. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.
66. García, M.,et al. (2011): Compendio de Investigación Proyecto QUINAGUA, Informe Final, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andres, La Paz
67. Gonzalez A., Martin I. et Ayerbe I. (1999) : Barley yield in water stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance , Field Crop Research,vol(62),Pp : 23- 34 .
68. Grover, A., Aggarwal, P.K., Kapoor, A., Katiyar-Agarwal, S., Agarwal, M., Chandramouli, A., (2003) Addressing abiotic stresses in agriculture through transgenic technology. Curr. Sci.
69. Haouala F, FerdjaniERDJANI H, BEN ELHADJI S,(2007):Effets de la salintésur la répartition des cations (Na+, K+, et Ca++) et du chlore (CL-) dans les parties aèriennes et les racines du ray grasanglais et du chiendent.Biotechnology, Agronomie, Sociétéet Environnement, vol .11, N°. 3:235-244.
70. Hashem, A., Abd Allah, E.F., Alqarawi, A.A., Al-Huqail, A.A., Shah, M.A., (2016): Induction of Osmoregulation and Modulation of Salt Stress in Acacia gerrardii Benth. by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Bacillus subtilis (BERA 71). Biomed Res. Int. 2016. https://doi.org/10.1155/2016/6294098

71. Herbillon M., (2015): Le Quinoa: Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. thèse doctorat en pharmacie. Université de Rouen U.F.R de médecine et de pharmacie. France, Pp:125.

72. https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html.consulté le 22 Octobre 2014.

73. IPCC, 2007: Climate Change (2007): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

74. Jacobsen S.-E. (2003): The world wide potential for quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Food Rev. Int.,Vol :19(1-2),Lima,Péru,Pp: 167-177.

75. Jensen, C. R., et al. (2000): Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (Chenopodium quinoaWilld.) during soil drying.Eur. J. Agron.vol(13),Pp:11 – 25

76. Kaya C ; Kirna K .H ; Higgs D ; Saltali K(2004):Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high salinity Lanaia can. J BO: 82-37-42.

77. Khan, M.A., Asaf, S., Khan, A.L., Ullah, I., Ali, S., Kang, S.M., Lee, I.J., (2019): Alleviation of salt stress response in soybean plants with the endophytic bacterial isolate Curtobacterium sp. SAK1. Ann. Microbiol. 69. https://doi.org/10.1007/s13213-019-01470-x

78. Kumar, A., Dames, J.F., Gupta, A., Sharma, S., Gilbert, J.A., Ahmad, P., (2015): Current developments in arbuscular mycorrhizal fungi research and its role in salinity stress alleviation: A biotechnological perspective. Crit. Rev. Biotechnol.https://doi.org/10.3109/07388551.2014.899964

79. LACHIHEB K., NEFFATI M., ZID E., (2004):Aptitudes germinatives de certainesgraminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale Options.M; n. 62.

80. Lebonvallet S., (2008): Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'altiplano bolivien. Thèse doctorat. Agro Paris Tech. France, pp:17-29.

81. Lee, Y., Krishnamoorthy, R., Selvakumar, G., Kim, K., Sa, T., (2015): Alleviation of salt stress in maize plant by co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and Methylobacterium oryzae CBMB20. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 58. https://doi.org/10.1007/s13765-015-0072-4

82. Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M., Garnczarska, M.,(2016): Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique. New challenges seed Biol. Transl. Res. Driv. seed Technol. 1–46. https://doi.org/10.5772/64420

83. Martinez E.A., et al, (2009): Re-introduction of Chenopodium quinoa Willd . into arid Chile "cultivation of two lowland races under extremely low irrigation ". J . Agron .Crop Sci.,Vol:195(1) , Pp:1-10

84. Mehdi Jabnoun, (2008):Adaptation des plantes à l'environnement stress salin. Cour. 50,1-49-

85. Mohsen A A, Ebrahim M K H, Ghoraba W F S, (2014) : Effect of salinity stress on Viciafaba productivity with respect to ascorbic acid treatment.Iranian Journal of Plant Physiology, 3, 725-736.

86. Oelke E.A.,et al,(1992): Quinoa"Alternative field crops manual".University ofWisconsin-Extention,P:429.

87. Paszkowski, U., & Gutjahr, C., (2013): Multiple control levels of root system remodeling in arbuscular mycorrhizal symbiosis. Front. Plant Sci. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00204

88. Patel, A., Khare, P., Patra, D.D.,(2017): Biochar mitigates salinity stress in plants, in: Plant Adaptation Strategies in Changing Environment. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6744-0_6

89. Paul, D., Lade, H., (2014): Plant-growth-promoting rhizobacteria to improve crop growth in saline soils: A review. Agron. Sustain. Dev. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0233-6

90. Pearson.K.E., and Bauder.J.W., (2003): The basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties.water quality and irrigation management, Montana State University - Bozeman P: 1-9

91. Pier V et Atiq R et Barbara W et Edward G,(2021): saline agriculture a call to action,Pp:6.

92. Raj M; Binoy S; Hanuman S; Parbodh C;(2020): Soil salinity under climate change: Challenges for sustainable agriculture and food security; Journal of Environmental Management.

93. Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., (2019): A review: Impact of salinity on plant growth. Nat. Sci. 17. https://doi.org/10.7537/marsnsj170119.06

94. Sarangi, S., Mandal, C., Dutta, S., Mukherjee, P., Mondal, R., Kumar, S.P.J., Choudhury,P.R.,Singh,V.P.,Tripathi,D.K.,Mandal,A.B.(2019) Microprojectile based particle bombardment in development of transgenic indica rice involving AmSOD gene to impart tolerance to salinity. Plant Gene 19. https://doi.org/10.1016/j.plgene.2019.100183

95. Selvakumar, G., Shagol, C.C., Kim, K., Han, S., Sa, T. (2018): Spore associated bacteria regulates maize root K+/Na+ ion homeostasis to promote salinity tolerance during arbuscularmycorrhizal symbiosis. BMC Plant Biol. 18. https://doi.org/10.1186/s12870-018-1317-2

96. Sinha S; Ibha S; Vaibhav S; Puneet S;(2020):Potential risk assessment of soil salinity to agroecosystem sustainability: current status and management strategies; Journal Pre-proof;9.

97. Valencia-Chamorro, S.A. (2003): Quinoa. In: Caballero B.: Encyclopedia of Food Science and Nutrition Vol:8. Academic Press, Amsterdam, Pp: 4895–4902.

98. Xiaofei C, Ruidong Z, Yifan X, , Bing J (2021): The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress, University of Agriculture, Faisalabad, PAKISTAN.p1.

99. Yeonok J.,Jongcheol K.,Jeounglai C., (2000): Effect of seed priming on carrot,lettuce , onion and welsh onhon seeds as affected by germination and temperature, Korean J.Hort Sci.technol 18,321-326.

100. Zaman, M., Shahid, S.A., Heng, L., (2018): Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques, Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3

101. Zouari A .F ,Oucif B.Z,(2018): Evaluation du comportement morpho-physiologique , biochimique et antioxydants des quelques variétés de quinoa (Chenopodium quinoa willd)cultivées dans la région d'Eloued ,mémoire de master,spécialité :Biodiversité et physiologie végétale,Université Hamma Lakhdar ,Eloued,Pp :98

المواقع الإلكترونية

102. مفضل وحيد محمد،2016، الزراعة الملحية نحو مستقبل أكثر اخضرارا.
https://www.aljazeera.net/amp/news/scienceandtechnology/2016/6/21

103. الجزيرة نت،2006، زيادة الملوحة تهدد الأراضي الزراعية في العالم.
https://www.aljazeera.net/amp/news/miscellaneous/2002/6/6

الملاحق

Continents	Area under saline soil (Mha)	Area under sodic soil (Mha)	Total salt-affected area (Mha)	Sharing of the total global salt-affected area (%)	Reference
North America	6.19	9.56	15.75	1.69	Fageria et al. (2011)
Mexico and Central America	1.97	0.00	1.97	0.21	Fageria et al. (2011)
South America	69.41	59.57	128.98	13.84	Fageria et al. (2011)
Africa	53.49	26.95	80.44	8.63	Fageria et al. (2011)
Australia and New Zealand	17.36	339.97	357.33	38.35	Fageria et al. (2011)
Europe	7.8	22.9	30.7	3.31	Shahid et al. (2018)
Asia	194.7	121.9	316.5	33.97	Shahid et al. (2018)
Total	350.92	580.85	931.67	100	Shahid et al. (2018)

الملحق(1): توزيع المساحة حسب القارة للتربة المتأثرة بالملوحة.

	Aridity Zone							
Region	Arid	%	Semi-Arid	%	Dry Sub-Humid	%	All Drylands	%
Asia (Incl. Russia)	6,164	13	7,649	16	4,588	9	18,401	39
Africa	5,052	17	5,073	17	2,808	9	12,933	43
Oceania	3,488	39	3,532	39	996	11	8,016	89
North America	379	2	3,436	16	2,081	10	5,896	28
South America	401	2	2,980	17	2,233	13	5,614	32
C. America & Caribbean	421	18	696	30	242	10	1,359	58
Europe	5	0	373	7	961	17	1,339	24
World Total	15,910	12	23,739	18	13,909	10	53,558	40

الملحق(2): مناطق الجفاف في العالم

Country	Total Land Area (000 km^2)	Percent Dryland
Botswana	580	100.0
Burkina Faso	273	100.0
Turkmenistan	471	100.0
Iraq	437	99.9
Moldova	34	99.9
Uzbekistan	446	99.2
Kazakhstan	2,715	99.1
Armenia	30	98.1
Syria	188	98.0
Gambia	11	97.2
Senegal	197	94.1
Afghanistan	642	94.0
Tunisia	155	93.7
Kuwait	17	92.2
Morocco	404	92.2
Namibia	826	90.8
Iran	1,624	90.2

الملحق (3): البلدان التي لديها أكثر من ٩٠ في المائة من الأراضي الجافة